Arte de proyectar en arquitectura

Dedicado a mi padre
Ernst Neufert

Editorial Gustavo Gili, S.A.

08029 Barcelona Rosselló, 87-89. Tel. 322 81 61
México, Naucalpan 53050 Valle de Bravo, 21. Tel. 560 60 11

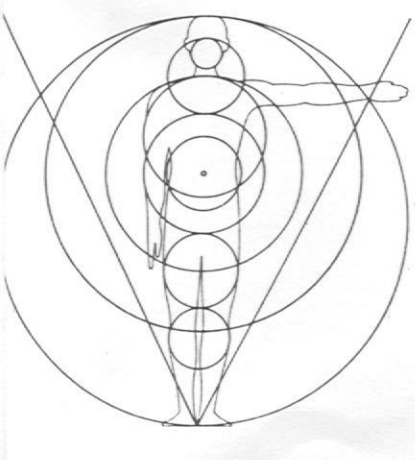
Ernst Neufert

Arte de proyectar en arquitectura

Fundamentos,
Normas y
Prescripciones sobre Construcción,
Dimensiones
de edificios,
locales y
utensilios
Instalaciones,
Distribución y
Programas de
necesidades

Consultor
Para Arquitectos, Ingenieros, Aparejadores, Estudiantes, Constructores y Propietarios

Edición a cargo de
Peter Neufert
y Planungs-AG Neufert Mittmann Graf



14.ª Edición, totalmente renovada y muy ampliada
con 5.800 ilustraciones y tablas

Editorial Gustavo Gili, S.A. - Barcelona

Título original *Bauentwurfslehre*

Versión castellana de Jordi Siguan, arqto.

Revisión bibliográfica de Joaquim Romaguera

Diseño de la cubierta de Eulàlia Coma

Printed in Spain
ISBN: 84-252-0053-9
Depósito legal: B. 1.840-1995
Fotocomposición: TECFA® - Línea Fotocomposición, S.A. - Barcelona
Impresión: Gráficas 92, S.A. - San Adrián del Besós

El orden que siguen los diferentes temas abordados en el manual se ajusta al **curso natural del proceso de construcción.** Por lo general, los temas afines se encuentran uno a continuación de otro, a no ser que otros vínculos más importantes exijan separarlos.

Todos los elementos de una construcción, necesarios en la mayor parte de los edificios se abordan por separado, así como las directrices generales de planificación previa y demás fundamentos del proyecto. En total se han establecido 35 grupos temáticos.

El **índice analítico** .... página XI
contiene una subdivisión detallada de dichos grupos y ofrece una reseña del contenido de cada página.

El **índice alfabético** .... página 566
indica detrás de los diferentes conceptos, el número o números de las páginas que tratan aspectos fundamentales sobre ellos.

Las **abreviaturas y símbolos** .... página 1
son imprescindibles, ya que permiten ahorrar espacio y facilitan la visión de conjunto.

En aquellos casos en los que no se han encontrado abreviaturas conocidas, las nuevas abreviaturas se han elegido de manera que el lector atento pueda identificarlas de forma inmediata sin necesidad de consultar la página 1.

La gran ventaja para el usuario de este manual consiste en la recopilación, concisa y densa, de los conocimientos fundamentales, en el campo de la edificación, en un **solo** libro.

Las plantas, secciones, formas y tipologías son ejemplos para apoyar los valores numéricos. Contienen los límites dimensionales más usuales, basados en el hombre como medida de todas las cosas que existen a su alrededor.

¿CÓMO SE UTILIZA EL LIBRO?

Tómese como **ejemplo** la elaboración de un proyecto o anteproyecto de un **edificio administrativo.**

Se lee cuidadosamente el **cuestionario** de la página **43** y ss. respondiendo con detalle a las preguntas planteadas. En la página **299** se enumeran una serie de cuestiones específicas derivadas del caso particular, sobre las relaciones entre las partes de un edificio administrativo, a continuación se calcula el **volumen construido en m^3**, según la norma DIN 277, se modifica la superficie de los espacios en base a las condiciones económicas y finalmente se proyecta el edificio según el **proceso de trabajo** descrito en la página **42**, por último se dimensiona, configura y amuebla, por ejemplo, el **comedor**, basándose en los datos sobre **restaurantes**, páginas **397-398**, o sobre hoteles, páginas **405-409**, y el salón de actos con un escenario, en base a los datos sobre **teatros**, páginas **414-423**, y sobre **acústica**, páginas **122-124**, y si se considera la instalación de una **sala de proyecciones** cinematográficas, páginas **424-425**, el dimensionado de los **salones de actos** se realiza según los datos sobre **escuelas**, páginas **256-267**, y el de la **biblioteca**, según los datos sobre bibliotecas, páginas **279-283**, la disposición de los **despachos** se ordena según las páginas **284-306**, y las **salas de dibujo** y **laboratorios** según las páginas **270-274**, la instalación de una **cámara acorazada** se efectúa según la página **308**, y los **garajes** y **plazas de aparcamiento** se diseñan de acuerdo con las páginas **382-388.**

Los datos referentes a las **viviendas** necesarias para los directivos, conserje, cocinero, etc., se buscan en la página **235** y la forma, tamaño e instalaciones necesarias de cada uno de los espacios se consultan en las páginas **207-225**, los aspectos relativos a **viales** y **cercado** se encuentran en las páginas **186-191**, el **ajardinamiento** de los espacios exteriores se describe en las páginas **198-205** y finalmente, respecto a la parte constructiva, la situación y tipología de las **escaleras** y **ascensores** se consultará en las páginas **175** a **185**. El tamaño y forma de las **ventanas y puertas** se indica en las páginas **160-170**. La **cimentación** y **estanquidad** frente a la humedad del suelo en las páginas **59-63, paredes** y **espesor de las paredes** en las páginas **64-67**, las **cubiertas** en las páginas **72-83**, la **calefacción** y **ventilación** en las páginas **93-97**, la **iluminación** y **asoleo** en las páginas **128-136**; todo lo relativo a las **medidas básicas** y **medidas normalizadas** se encuentra en las páginas **54** y **55**.

Las tablas necesàrias para convertir las medidas del sistema decimal al sistema anglosajón se encuentran al final del libro, en las páginas **548-550**.

Sobre esta base, el proyectista podrá desarrollar su trabajo de forma segura y rápida, adecuándose a los requisitos particulares del encargo y a las condiciones del paisaje, y conforme al espíritu de su tiempo.

Prólogo a la primera edición

En la elaboración de los ejemplos colaboró el arquitecto Gustav Hassenpflug (†) y en la de los dibujos han participado además los arquitectos Richard Machnow, Willy Voigt, Fritz Rutz y Konrad Sage. De la maquetación del libro se ha encargado el también arquitecto Adalbert Dunaiski.

El Comité Alemán de Normas ha puesto a nuestra disposición las normas insertadas de forma abreviada en el texto. Para una información más exhaustiva se remite al lector a la última edición de la norma correspondiente.

La redacción de los aspectos más especializados ha contado con la ayuda de asesores y oficinas de consulting, cuyos nombres se citan en el encabezamiento del apartado correspondiente.

A todos ellos les agradezco su abnegada colaboración.

Para facilitar la consulta de las referencias bibliográficas referentes a cada uno de los temas, toda la bibliografía se ha reunido al final del libro. Por idéntico motivo, el texto se ha redactado de la manera más concisa posible y siempre guarda una estrecha relación con las ilustraciones y tablas reproducidas en la misma página.

Si el lector echara en falta algún dato importante para la proyección, ruego que me lo comunique para tenerlo en cuenta en futuras reediciones.

Berlín W9, 15 de marzo de 1936 — Ernst Neufert

Prólogo a la trigésima edición

Desde la publicación de la primera edición en el año 1936, las técnicas de proyectar y construir han experimentado grandes cambios. Evidentemente, en las reediciones publicadas a lo largo de cuatro décadas se han introducido las novedades más importantes y se ha vuelto a compilar todo el libro. Sin embargo, hasta ahora, tras varios años de trabajo, no se había podido emprender una revisión total y una ampliación que abarcara todos los conceptos y normas vigentes en la actualidad. El resultado es que apenas se conserva alguna página de la edición original, ya sea porque ha cambiado su situación en el nuevo contexto o su contenido intrínseco.

En este trabajo ha sido de gran ayuda el apoyo del jefe de redacción de la revista *Deutschen Bauzeitschrift*, el arquitecto S. Linke, al facilitarnos la fuente de los artículos especializados publicados en dicha revista.

Por último, y debido al elevado nivel de especialización de las actuales técnicas de construcción, ha sido necesario solicitar la colaboración de especialistas.

Así pues, han colaborado:

Ascensores/escaleras mecánicas: E. Sillack (ingeniero); iluminación: W. Tubbesing (físico); protección de incendios: P. Bornemann (ingeniero); parques de bomberos: J. Portmann (ingeniero); cubiertas planas, aislamiento térmico y piscinas: P. Kappler (ingeniero); calefacción: H. Nachtweh (ingeniero); plásticos: A. Schwabe (ingeniero); equipamientos deportivos: J. Portmann (ingeniero) y S. Lukowski (arquitecto).

El arquitecto Ludwig Neff se ha encargado de supervisar los textos e ilustraciones.

Como ya se mencionaba en el prólogo a la primera edición, las empresas y asociaciones que han colaborado en la actualización del contenido de este libro se citan en el encabezamiento de los apartados correspondientes y seguro que están dispuestas a facilitar información más actualizada.

La trigésima edición contiene en total más de 6000 ilustraciones, tablas y diagramas. La ampliación del índice alfabético hasta los 8000 vocablos mejorará su consulta. Las referencias bibliográficas, incluso de artículos especializados publicados en la revista *Deutschen Bauzeitschrift*, aun cuando no se hayan incorporado al texto, enriquecen considerablemente el libro como instrumento para localizar fuentes especializadas.

Darmstadt, agosto de 1978 — Ernst Neufert

Prólogo a la trigesimotercera edición

El autor, mi estimado padre Ernst Neufert, ya me había preparado durante los últimos años de su vida para seguir actualizando su legado literario.

Por este motivo mis socios Peter Mittmann y Peter Graf, el ingeniero y arquitecto Ludwig Neff, nuestro especialista en libros de construcción, el resto de nuestros colaboradores y yo mismo estábamos dispuestos a empezar los preparativos de la nueva edición del *Arte de proyectar en arquitectura* cuando, en febrero de 1986, a la muerte de Ernst Neufert, este proyecto adquirió plena vigencia.

La evolución actual de la arquitectura exige al proyectista unos requisitos científicos y unas cuestiones técnicas muy diferentes a las existentes hace cincuenta y cinco años, cuando se publicó la primera edición del *Arte de proyectar: la medida de las cosas.* Por lo tanto, al redactar una nueva versión del libro se hizo evidente que había que actualizar su contenido pero conservando su magnífica compaginación.

Por ello decidimos reestructurar toda la obra ampliándola para que abarcara todo cuanto ha de conocer el arquitecto a la hora de proyectar, todo lo que ha de saber, pero manteniéndonos fieles a la obra de Ernst Neufert en cuanto a la forma.

Este propósito ha costado cuatro años y medio de trabajo intensivo a la editorial y a todos aquellos que, aportando sus conocimientos especializados, han participado en él. Todos nosotros esperamos que esta obra sirva de ayuda para todos cuantos buscan un manual actualizado de arquitectura.

Colonia, septiembre de 1991 Peter Neufert

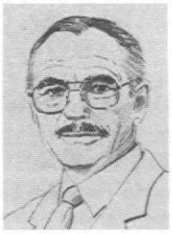
Prólogo de la editorial a la trigesimotercera edición

Hace más de medio siglo, el joven arquitecto Ernst Neufert tuvo la idea y la energía suficiente para redactar la primera versión del libro *Arte de proyectar*, que pronto se convirtió en un manual imprescindible para los arquitectos. Ernst Neufert supo mantener el libro al día, adaptándose a las exigencias surgidas con el paso de los años; la última revisión a fondo data de 1979 (trigésima edición) realizada siete años antes de su muerte.

Desde esa fecha, el trabajo de constante actualización de la obra ha pasado a ser tarea de su hijo, Peter Neufert, y su equipo de colaboradores, en especial Ludwig Neff, que ya había participado en esta labor en vida del autor. Finalmente, tras más de cuatro años de dedicación, podemos presentar al público la nueva edición completamente reformada y actualizada.

La editorial se siente orgullosa de proseguir la obra de Ernst Neufert *Arte de proyectar en arquitectura*, que se ha traducido a trece idiomas, dándole un nuevo contenido, pero manteniendo la idea original.

Wiesbaden, septiembre de 1991



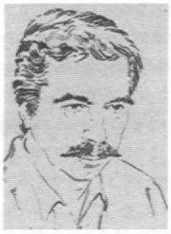
Peter Neufert
Ingeniero, arquitecto
Neufert, Mitmann, Graf; asociados



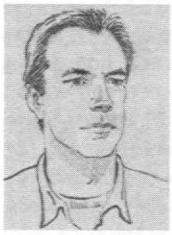
Peter Mitmann
Ingeniero, arquitecto
Neufert, Mitmann, Graf; asociados



Peter Graf
Ingeniero, arquitecto
Neufert, Mitmann, Graf; asociados



Ludwig Neff
Arquitecto
Jefe de redacción, layout, autor



H. A. Knops
Diseñador
Ilustrador



D. Portmann
Profesor, ingeniero, arquitecto
Dimensiones, modulación, estructuras de cables, estructuras pretensadas, protección contra incendios



B. Echterhoff
Ingeniero, arquitecto
Ajardinamiento de cubiertas, jardines, cementerios



H. P. Kappler
Ingeniero, arquitecto
Cubiertas planas, aislamiento térmico, piscinas al aire libre y cubiertas



H. Hofmann
Ingeniero
Iluminación artificial

En el trabajo de actualización y ampliación han participado:
M. Horton, instalaciones de saneamiento.
W. Sommer, acondicionamiento climático.
H. Vetter, dirección de obras.
M. Menzel, instalaciones textiles.
M. Bauer, inst. de calefacción.
H. Jaax, centrales térmicas.
Dr. R. Börner, centrales hidroeléctricas.
T. Stratmann, arquitectura solar.
Trümper/Overath (ingenieros), aislamiento y acondicionamiento acústico.
Hawlitzeck, calles y tranvías.
St. Cargiannidis, rehabilitación, pasajes comerciales y reutilizaciones.
U. Portmann, mantenimiento y saneamiento.
J. Weiss, bibliotecas.
U. Kissling, bibliotecas públicas.
H. Rocholl, comercios.
Prof. Nogge, zoos y acuarios.
A. Beckmann, salas cinematográficas.
K.F.J. Mertens, casinos.
B. Rüenanver, iglesias.
G. Hoffs, campanarios.
A. Ruhi, mezquitas.
W. Hugo, museos.

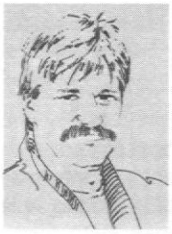
En la reconfiguración y ampliación de las ilustraciones han participado:
T. Altrogge, St. Badtke, A. Briehan, A. Dummer, K. Fegeler, A. Graf, M. Menzel, I. Schirmacher, J. Valero, R. Walter, S. Wierlemann, D. Willecke.



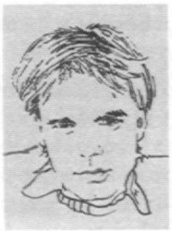
R. Eckstein
Ingeniero, arquitecto
Iluminación natural



D. Lembke
Ingeniero; colaborador:
P. Pastyik, ingeniero
Escuelas, laboratorios



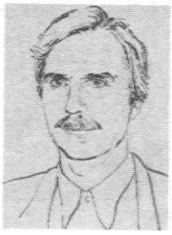
R. S. Suchy
Ingeniero, arquitecto
Edificios administrativos



P. Karle
Ingeniero, arquitecto
Edificios industriales



Wolfgang Busmann
Ingeniero
Aeropuertos



Jan Fiebelkorn
Profesor, ingeniero
Teatros



A. Köhler
Ingeniero, arquitecto
Hospitales, consultorios médicos



O. Müller
Ingeniero, arquitecto
Hospitales, consultorios médicos

Este manual surgió a partir de la documentación recogida para dar unas conferencias en la Escuela Superior de Arquitectura de Weimar. Esta información, imprescindible para proyectar edificios, está basada en las dimensiones, experiencias, conocimientos adquiridos durante la práctica de la profesión y en la investigación sobre los ámbitos en que se mueve el hombre y se ha recopilado con una visión abierta a nuevas posibilidades y exigencias.

Por un lado nos apoyamos en nuestros antecesores, pero por otro, somos hijos de nuestro tiempo y tenemos la mirada puesta en el futuro; además, la perspectiva de cada individuo es a menudo muy distinta, debido a las diferencias de educación y a la formación posterior, a la influencia del entorno y a la capacidad y grado de autoformación por parte del propio individuo.

Que nuestras opiniones actuales, de las que estamos tan seguros, sean definitivamente correctas es cuestionable, pues sin duda también están condicionadas por el paso del tiempo. La experiencia nos enseña que una época posterior está en mejores condiciones de juzgar con imparcialidad, ya que al presente le falta el distanciamiento necesario para tener una visión objetiva del conjunto. De esto se desprende que cualquier disciplina debería imponerse un cierto grado de reserva para no convertirse en una doctrina errónea, porque, a pesar de todos los esfuerzos para alcanzar la verdad y la objetividad, para analizar críticamente nuestras ideas sin dejar de lado las dudas, cualquier materia es subjetiva y depende de la época y del entorno. Los peligros de establecer una doctrina errónea se pueden evitar, si la propia doctrina asegura que no es un todo completo y que está al servicio de los individuos vivos, del futuro y de la evolución posterior y que, en consecuencia, se subordina a éstos.

Esta actitud proporciona a los discípulos la postura intelectual a la que se refiere Nietzsche al decir: «Sólo aquel que se transforma, permanece cercano a mí.»

Lo esencial de una doctrina así, en constante evolución y al servicio del desarrollo, consiste en no ofrecer recetas definitivas, «verdades enlatadas», sino en considerar únicamente los elementos básicos y los métodos para combinarlos y componerlos con armonía.

Confucio expresó este pensamiento hace ya más de 2500 años con las siguientes palabras: «¡A mi alumno le doy una esquina, pero las otras tres las ha de encontrar él mismo!» ¡Un arquitecto vocacional o que sienta profundamente el anhelo de construir se tapará las orejas y cerrará los ojos cuando se le presente la **solución** a una tarea, ya que posee tantas ideas propias, que sólo necesita los **elementos** para ponerse manos a la obra y crear un todo a partir de ellos!

Quien alguna vez ha confiado en sí mismo, quien ha puesto la mirada en las relaciones, en el juego de las fuerzas, los materiales, los colores y las proporciones, quien puede aprehender la apariencia externa de las construcciones y estudia el efecto que producen analizándolas críticamente, se encuentra en el camino correcto hacia la gran satisfacción de la vida, que sólo experimentan las personas creativas. Esta concepción de la vida debería ayudarle a alcanzar dicho objetivo. Ha de liberarlo de todas las doctrinas, incluso de ésta y estimularlo a la propia creatividad, ha de servirle de punto de partida; avanzar y construir es algo que ha de hacer cada uno por sí mismo.

Las formas de nuestra época se obtienen recorriendo el mismo camino por el que avanzaron nuestros antecesores para construir sus extraordinarios templos, catedrales o castillos, para los que no encontraron ningún modelo, pero que respondían a sus necesidades, deseos e ideales y se acercaban a sus aspiraciones. Ya la mera formulación de un encargo despierta ideas que han de transformarse en formas concretas, que sólo poseen una vaga similitud con todo lo que ya existe, empleando las posibilidades técnicas y constructivas de la época y valorando los condicionantes del emplazamiento. Estas nuevas construcciones, que pueden ser técnicamente mucho mejores que sus predecesoras si tienen en cuenta el estado actual de la técnica, también pueden compararse artísticamente con los edificios del pasado.

Si se compara una nave industrial de nuestros días, clara, espaciosa y bien iluminada con una fábrica del siglo XVIII o con un taller artesano del siglo XV, incluso un historiador anclado en el pasado reconocerá la superioridad de nuestras nuevas construcciones. Esto quiere decir que cuando las construcciones sirven a una auténtica necesidad de su época, puede esperarse de los arquitectos fieles a su tiempo, unas realizaciones que no sólo resistan una comparación con los mejores edificios de la Antigüedad sino que incluso puedan hacerles sombra.

Por ello, en una Escuela Superior viva debería ofrecerse en primer lugar una visión de la época y una predicción de la evolución futura y plantear únicamente un análisis retrospectivo en casos imprescindibles. Esta valoración también la comparte uno de nuestros mayores prohombres, Fritz Schumacher, cuando en sus reflexiones sobre la profesión de arquitecto nos advierte: «el joven estudiante se pierde a menudo en consideraciones histórico-arquitectónicas, en investigaciones retrospectivas y, dejándose seducir por el título de doctorado, emprende caminos secundarios de erudición, lo que se realiza a costa de las fuerzas necesarias para las múltiples exigencias de la creación arquitectónica».

Por este motivo, parece más correcto proporcionar a los estudiantes únicamente los elementos, tal como se propone en este manual, sobre el arte de proyectar. Me he esforzado en reducir los elementos básicos de la proyección a los aspectos más fundamentales, esquematizándolos y abstrayéndolos para dificultar al usuario la mera copia, forzándolo a dar a los objetos un contenido y una forma propia. Para alcanzar cierto grado de equivalencia, los diseños seleccionados pertenecen *a una misma época, cuyo espíritu se manifiesta a través* de las tendencias estilísticas que le dan una expresión definitiva.

Ernst Neufert

Abreviaturas y símbolos utilizados

Explicación de los símbolos y abreviaturas ... 1

Normas fundamentales

Unidades del Sistema Internacional ... 2
Formatos normalizados ... 4
Dibujos ... 5
Disposición de los dibujos ... 6
Simbología empleada en los planos de arquitectura . 7
Desagüe de edificios y terrenos ... 12
Suministro de agua y evacuación de aguas residuales ... 15
Instalaciones de gas en la edificación ... 16
Instalaciones eléctricas ... 18
Instalaciones de seguridad ... 21
Dibujar ... 22

Dimensiones básicas. Proporciones

El hombre como unidad de medida ... 24
El hombre escala de todas las cosas ... 25
El hombre. Dimensiones y espacio necesario ... 26
Hombre y vehículos. Espacio necesario en vagones ... 28
Hombre y hábitat ... 29
Clima interior ... 30
El ojo. Percepción ... 31
El hombre y los colores ... 33
Proporciones. Fundamentos ... 34
Proporciones. Aplicación ... 36
Proporciones. Aplicación: el Modulor ... 37

Proyectar

Los elementos arquitectónicos como resultado de una correcta manipulación de los materiales ... 38
Las formas arquitectónicas como resultado de la construcción ... 39
Las formas arquitectónicas. Nuevas formas y métodos de construcción ... 40
La casa y las formas como expresión de la época y la manera de vivir ... 41
El proyecto. Proceso de trabajo ... 42
El proyecto. Trabajos preliminares. Colaboración del cliente ... 43
El proyecto. Cuestionario ... 44

Ejecución de obras

Organización ... 45
Medidas fundamentales ... 53
Distancias entre ejes ... 55
Modulación ... 56
Sistema y medidas de coordinación ... 57

Elementos de construcción

Suelo de cimentación. Excavaciones, zanjas y pozos 58
Cimentaciones superficiales y profundas ... 59
Impermeabilización de elementos en contacto con el terreno ... 61
Drenajes de protección ... 62
Impermeabilización de sótanos ... 63
Obra de fábrica de piedra natural ... 64
Obra de fábrica de piedra artificial ... 65
Aparejos de fábrica de ladrillo ... 68
Hogares ... 69
Chimeneas de tiro ... 70
Sistemas de ventilación ... 71
Armaduras de cubierta ... 72
Armaduras de madera ... 73
Formas de cubierta. Revestimientos de cubierta ... 74
Desvanes habitables ... 76
Cubiertas planas ... 77
Cubiertas planas. Detalles de cubiertas calientes ... 78
Cubiertas planas. Cubiertas frías ... 79
Cubiertas ajardinadas ... 80
Cubiertas ajardinadas. Directrices de la asociación de jardinería ... 83
Arquitectura textil ... 84
Estructuras de cables ... 85
Estructuras atirantadas ... 86
Estructuras espaciales. Fundamentos ... 87
Estructuras espaciales. Aplicaciones ... 88
Estructuras de pórticos ... 90
Forjados ... 91
Pavimentos ... 92

Calefacción, Ventilación

Calefacción ... 93
Tanques de combustible ... 97
Centrales eléctricas ... 98
Centrales hidroeléctricas ... 99
Arquitectura solar ... 100
Refrigeración ... 103
Cámaras frigoríficas ... 104
Climatización ... 106

Física de la construcción. Protección de edificios

Aislamiento térmico. Conceptos. Mecanismos ... 110
Aislamiento térmico. Difusión del vapor de agua ... 112
Aislamiento térmico. Sistemas constructivos ... 113
Aislamiento térmico. Detalles: muros exteriores, cubiertas ... 114
Aislamiento acústico ... 117
Aislamiento del sonido aéreo ... 118
Aislamiento del sonido aéreo y del ruido de impacto ... 119
Aislamiento acústico de las vibraciones. Sonido propagado por los sólidos ... 121
Acústica de locales ... 122
Pararrayos ... 125
Antenas ... 127

Alumbrado. Iluminación. Vidrio

Iluminación artificial ... 128
Iluminación artificial. Tubos fluorescentes para anuncios. Materiales transparentes y translúcidos 136
Vidrio ... 137
Plásticos ... 143
Iluminación natural ... 144
Asoleo ... 157

Puertas y ventanas

Lucernarios. Cúpulas transparentes ... 159
Ventanas ... 160
Ventanas de desvanes habitables ... 164
Limpieza exterior de los edificios ... 167
Puertas ... 168
Grandes puertas ... 171
Mecanismos de cierre ... 172
Seguridad en edificios y recintos ... 173

Escaleras. Ascensores

Escaleras ... 175

Rampas. Escaleras de caracol 178
Escaleras mecánicas 179
Rampas mecánicas 180
Ascensores. Para personas en edificios de viviendas 181
Ascensores. Para edificios de servicios. Ascensores para camillas 182
Ascensores. Montacargas pequeños 183
Ascensores hidráulicos 184
Ascensores panorámicos de vidrio 185

Viales

Viales. Dimensiones básicas 186
Carreteras 187
Cruces 189
Caminos peatonales y carriles de bicicletas 190
Autopistas 192
Tranvías. Ferrocarril metropolitano 193
Espacios de circulación 194
Espacios de circulación. Ralentización del tráfico 196
Espacios de circulación. Protección acústica 197

Jardines

Cercados de jardines 198
Pérgolas. Caminos. Escaleras. Muros de contención 200
Contención de tierras 201
Consolidación de tierras 202
Árboles y setos 205
Piscinas en jardines 206

Espacios auxiliares en viviendas

Vestíbulos. Cortavientos. Entrada. Pasillos 207
Pasillos 208
Cuartos de servicio 209
Almacenes. Despensas. Trasteros 211
Cocinas 212
Cocinas. Elementos adosados y empotrados 213
Comedores. Vajilla y mobiliario 216

Espacios de las viviendas

Dormitorios. Tipos de camas 218
Dormitorios. Huecos de camas y armarios empotrados 219
Dormitorios. Posición de las camas 220
Baños. Aparatos sanitarios 221
Células sanitarias prefabricadas 223
Baños. Situación en la vivienda 224

Piscinas. Lavanderías. Balcones. Caminos

Piscinas cubiertas privadas 226
Lavanderías 228
Balcones 230
Caminos y calles 231

Tipología de viviendas

Viviendas de vacaciones. Tiendas de campaña. Caravanas. Camarotes de barco 232
Casas de vacaciones. Casas en jardines 233
Orientación de la vivienda 234
Construcción de viviendas. Ubicación. Tipología 235
Viviendas en ladera 239
Grandes viviendas 240
Edificios de viviendas 242
Plantas de edificios de viviendas 243
Edificios de viviendas con acceso por corredor 244
Edificios aterrazados 245
Refugios 246

Rehabilitación de edificios

Rehabilitación de edificios 248
Conservación y saneamiento 253

Escuelas

Escuelas 256
Grandes salas en escuelas 263

Escuelas superiores. Universidades

Facultades. Aulas 265
Salas de dibujo 270
Laboratorios 271

Residencias infantiles

Centros para niños 275
Zona de juegos. Parques infantiles 276
Albergues juveniles 277

Bibliotecas. Edificios de oficinas. Bancos

Bibliotecas 279
Edificios de oficinas. Fundamentos 284
Edificios de oficinas. Fundamentos tipológicos 287
Edificios de oficinas. Cálculo: superficie necesaria 291
Edificios de oficinas. Dimensiones. Distribución del espacio 292
Edificios de oficinas. Dimensiones. Equipamiento básico 294
Edificios de oficinas. Estructura 296
Edificios de oficinas. Instalaciones 297
Edificios de oficinas. Dimensiones de los puestos de trabajo. Puestos de trabajo con monitores 298
Edificios de oficinas. Ejemplos de distribución en planta 300
Edificios de oficinas. Ejemplos 301
Edificios de oficinas. Rascacielos 302
Edificios de oficinas. Elementos de comunicación vertical 304
Bancos. Generalidades 307
Bancos. Cajas fuertes 308

Galerías y edificios comerciales

Pasajes acristalados. Tipología 310
Pasajes acristalados. Ejemplos históricos 311
Pasajes acristalados. Ejemplos aplicados 313
Cubiertas transparentes 314
Tiendas 315
Tiendas de comestibles 316
Tiendas. Suministro de mercancías 317
Tiendas. Vestíbulo de acceso. Zona de cajas. Centro de productos frescos: mercados 320
Grandes mataderos y almacenes 321
Centros cárnicos 322

Técnicas de almacenamiento

Almacenamiento en altura 323
Planificación/logística 324
Disposiciones de seguridad 325
Sistemas de almacenaje 326

Talleres. Edificios industriales

Talleres. Ebanisterías 327

Carpinterías 329
Tornerías. Modelismo. Cristalerías 330
Metalisterías. Cerrajerías. Almacenaje 331
Taller de fontanería y calefacción. Cerrajería de construcción 332
Talleres de reparación de automóviles 333
Talleres de reparación de camiones 336
Panaderías 337
Carnicerías. Sastrerías. Talleres de radio y televisión. Talleres de lacado 338
Edificios industriales 339
Técnicas de almacenaje y transporte 342
Construcción de naves 343
Edificios industriales de varias plantas 344
Instalaciones sanitarias 345
Vestuarios. Guardarropas 348

Reconversión de edificios 349

Granjas

Corrales. Aves domésticas 351
Conejares y establos para ganado menor 352
Establos para ganado menor 353
Granjas. Granjas de gallinas 354
Establos de engorde de cerdos 355
Establos de cría de cerdos 357
Cuadras para caballos y cría de caballos 358
Establos de ganado vacuno 360
Establos de ganado vacuno. Engorde de toros 361
Granjas 362
Establos. Evacuación y desagüe 366
Establos. Condiciones climáticas en los establos 367

Ferrocarriles

Vías 368
Transporte de mercancías 371
Estaciones de pasajeros 372

Aparcamientos. Garajes. Estaciones de servicio

Estaciones de autobuses 374
Parques de bomberos 376
Automóviles. Dimensiones. Radios de giro. Pesos 378
Camiones y autobuses. Dimensiones. Radios de giro 379
Rampas. Muelles de carga. Plataformas elevables 380
Vehículos. Giros 382
Plazas de aparcamiento 383
Camiones. Aparcamientos y giros 384
Garajes y edificios de aparcamiento 385
Edificios de aparcamiento 387
Estaciones de servicio 389

Aeropuertos 391

Restaurantes

Restaurantes 397
Restaurantes en trenes 399
Cocinas de restaurantes 400
Grandes cocinas 403

Hoteles. Moteles

Hoteles 405
Cocinas de hoteles 408
Hoteles. Ejemplos 409
Moteles 410

Zoológicos

Zoos y acuarios 411

Teatros. Cines

Teatros 414
Cines 424
Cines *drive in* 426

Instalaciones deportivas

Estadios 427
Estadios. Zonas de espectadores 428
Campos de deportes 429
Instalaciones de atletismo 431
Salas de mantenimiento y puesta a punto 435
Pistas de tenis 437
Minigolf 439
Campos de golf 441
Vela. Puertos náuticos 443
Embarcaciones deportivas. Botes de remo 446
Deportes acuáticos. Embarcaciones de motor 447
Instalaciones de hípica. Picaderos cubiertos 448
Trampolines de salto con esquís 450
Pistas de hielo 451
Pistas de patinaje sobre ruedas 452
Patinaje de velocidad. Skateboarding 453
Ciclocross-BMX 454
Instalaciones de tiro 455
Pabellones polideportivos de deporte y gimnasia 457
Badminton 463
Squash. Ping-pong. Billar 464
Boleras 465
Piscinas cubiertas 466
Piscinas al aire libre 471
Instalaciones de piscinas al aire libre y cubiertas 472
Saunas 474
Salas de juego 476

Hospitales

Consultas médicas 477
Consultorios médicos 478
Construir para los minusválidos 479
Construir para los minusválidos. Viviendas 481
Hospitales. Generalidades 483
Hospitales. Planificación de las obras 484
Ideas de proyecto 485
Formas constructivas 486
Modulación de medidas 488
Pasillos. Puertas. Escaleras. Ascensores 490
Quirófanos 491
Salas principales de los quirófanos 492
Vigilancia postoperatoria 493
Quirófanos. Requisitos de seguridad 494
Esclusas 495
Unidad de cuidados intensivos 496
Unidad de asistencia 497
Unidad de tratamiento. Maternidad 501
Radioterapia 502
Laboratorios. Diagnóstico funcional 504
Fisioterapia 505
Unidad de aprovisionamiento 506
Unidad de administración 510
Docencia e investigación 511
Unidad de urgencias 512
Hospitales especializados 513
Unidad de tratamiento. Medicina nuclear. Patología 515

Zona de maternidad 516
Unidad de asistencia especial. Infantil. Radioterapia. Psiquiatría 517

Residencias de ancianos 518

Iglesias. Museos

Iglesias 521
Órganos 524
Campanas. Campanarios 525
Sinagogas 526
Mezquitas 527
Museos 528
Museos. Ejemplos internacionales 529
Museos. Ejemplos alemanes 530

Cementerios

Crematorios 531
Cementerios 532

Protección contra incendios

Protección contra incendios 533
Instalaciones de "sprinklers" 535
Instalaciones de extinción. Rociadores de agua. CO_2 536
Polvos de extinción. Extinción mediante halón. Espuma de extinción 537
Instalaciones de extracción de humo y calor 538
Tuberías de agua de extinción. Cierres cortafuegos 541
Elementos de cierre en cajas de ascensores F 90. Acristalamientos resistentes al fuego 542
Estructuras de acero refrigeradas por agua 544
Comportamiento de los elementos constructivos ante el fuego 545

Medidas. Pesos. Normas

Pesos y medidas 548
Equivalencia entre las medidas del sistema métrico y las medidas inglesas 549
Conversión de las medidas de longitud inglesas a milímetros 550
Cargas permanentes. Hipótesis de carga para la edificación. Materiales y elementos. Peso propio y ángulo de rozamiento 551
Sobrecargas de uso 556

Bibliografía 558

Índice alfabético 566

EXPLICACIÓN DE LOS SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

(Abreviaturas de la bibliografía citada en la página 558)

Unidades del Sistema Internacional → pág. 2 + 3

Abreviaturas y símbolos en las plantas

(→ pág. 4–21 y DIN 1356)

Al.	Almacén
Ala.	Alacena
Ant.	Antesala
Arm.	Armario
As.	Aseo
B.	Baño
Bbl.	Biblioteca
Blc.	Balcón
Bu.	Bufet
Carb.	Carbonera
Clf.	Calefacción
C. inst.	C. instalaciones
C. jue.	Cuarto de juegos
C. mu.	Cuarto de música
Coc.	Cocina
Com.	Comedor
C. Sv.	Cuarto servicio
Cu. aj.	Cubierta ajardinada
Cu. ap.	Cu. aparcamiento
Cv.	Cortaviento
Desp.	Despensa
Dor. N.	Dormitorio niños
Dor. P.	Dor. padres
Dor.Sv.	Dor. servicio
Ds.	Desván
Dsp.	Despacho
Du.	Ducha
Est.	Estar
Gj.	Garaje
Gj.sub.	G. subterráneo
Gmal.	Guardamaletas
Grr.	Guardarropía
H. Cab.	Habit. caballeros
Hja.	Hija
Hjo.	Hijo
H. Sras.	Habit. señoras
Inv.	Invitados
Jar. inv.	Jardín invierno
Lav.	Lavadero
Ni.	Nicho
P. B.	Planta baja
Per.	Pérgola
P. P.	Planta piso
Ps.	Pasillo
P. S.	Planta sótano
Ret.	Retrete
Sec.	Secretaría
S. esp.	Sala de espera
Sl.	Salón
So.	Sótano
Su.	Suelo
Sup. aj.	Superf. ajardin.
Té.	Sala de té
Ter.	Terraza
Vs.	Vestidor
Zg.	Zaguán
⇒	Entrada principal
→	Entrada secund.
=	Escalera
⊠	Ascensor
N̂	Norte

Abreviaturas de palabras

A.G.I.	Cooperativa de la constr. ind.
Bau NVO	Ordenanzas de la construcción
BEL	Arte de proyectar en arquitectura
BOL	Arte de construir en arquitectura
VOB	Condiciones de calidad de la edif.
MBO	Normas de la construcción
BV	Ordenanzas del control de obras
p.e.	por ejemplo
DIN	Instituto Alemán de Normas
Ele	Electricidad
LNA	Tuberías ligeras de desagüe
rec.	recomendable
cor.	correspondiente
ss.	siguientes
exc.	excepcionalmente
IBA	Medidas entre ejes, edificios industriales = 2,50
p.	página
est.	estudiante
UBA	Medidas entre ejes, edificios prefabricados = 1,25
UVV	Ordenanzas de segur. en obras
①	ilustración n.° 1
→	véase
🕮	bibliografía
♂	hombres
♀	mujeres
m.at.	marea alta
m.bj.	marea baja
MNA	Máx. nivel de agua
DD	Difusión de datos
EDD	Elaboración de datos
e.c.	en el centro
c.	casi, aproximadamente
ig.	igual, equivalente
evt.	eventualmente
sg.	según
e.g.	en general
rel.	relativo
v.ab.	véase más abajo
com.	compárese
ext.	existente
etc.	etcétera
VDE	Asociación Alemana de Ing. Eléctr.
e.c.	en algunos casos
esp.	específico
v.arr.	véase más arriba
a.ll.	así llamado
Bibl.	bibliografía
par.	parecidos
UV	Ultravioleta
H.B.O.	Ordenanzas de la construcción del estado de Hessen
EP	Parte de un espacio
eq.	equivalente
S.e.P.	Salas de estancia continua
S.C.	Superficie construida en planta
N.P.	Número de plantas
V.C.	Volumen edificado
P.O.	Planificación de obras
H.C.	Altura de coronación
Z.C.	Zona comercial
P.I.	Polígono industrial

Abreviaturas de unidades

(→ véase también, medidas y pesos p. 548-549 y DIN 1301 y 1302)

10^{12}	10 cm 12 mm (las cifras en superíndice son milímetros)
ml	metro lineal
''	pulgada inglesa
'	pie inglés
H o h	altura
A o a	anchura
h	hora
s	superficie
min.	minuto
seg. o s.	segundo
12 °C	grado Celsius
J	energía
WS	cantidad de calor
N	fuerza
Pa	presión
2°3'4''	2 grados, 3 minutos, 4 segundos
% o pC	tanto por ciento, centésima parte
‰ o pM	tanto por mil, milésima parte
Ø	diámetro
C.S.	canto superior
P.C.	canto superior del pavimento
R.C.	canto superior de los raíles
E	escala
/	por (p. e., t/m = toneladas por metro)
L.N.	longitud nominal

Signos matemáticos

>	mayor que
≧	mayor o igual que
<	menor que
≦	menor o igual que
Σ	suma de
∢	ángulo
sen	seno
cos	coseno
tg	tangente
ctg	cotangente
╫ o e.c.	en el centro
=	igual
≥oβ	equivalente
≢	no idéntico
≈	casi igual
●	congruente
~	parecido (también para repeticiones de palabras)
∞	infinito
‖	paralelo
⋕	igual y paralelo
≢	no equivalente
×	multiplicado por
/	dividido por
∟	ángulo recto
V	volumen
ω	ángulo tridimensional
√	radical de
Δ	incremento finito
≅	congruente
△	gradiente
↑↑	paralelo, en la misma dirección
↑↓	paralelo, en dirección opuesta

Alfabeto griego

A α	(a)	alfa
B β	(b)	beta
Γ γ	(g)	gamma
Δ δ	(d)	delta
E ϵ	(e)	épsilon
Z ζ	(z)	zeta
H η	(e)	eta
Θ θ	(th)	theta
I ι	(i)	iota
K κ	(k)	kappa
Δ λ	(l)	lambda
M μ	(m)	mi
N ν	(n)	ni
Ξ ξ	(x)	csi
O o	(o)	ómicron
Π π	(p)	pi
P ρ	(r)	rho
Σ σ	(s)	sigma
T τ	(t)	tau
Y υ	(y)	ípsilon
Φ ϕ	(ph)	fi
X ϰ	(ch)	ji
Ψ ψ	(pβ)	psi
Ω ω	(o)	omega

Cifras romanas

I =	1
II =	2
III =	3
IV =	4
V =	5
VI =	6
VII =	7
VIII =	8
IX =	9
X =	10
XV =	15
C =	100
CL =	150
CC =	200
CCC =	300
CD =	400
D =	500
DC =	600
DCC =	700
DCCC =	800
CM =	900
M =	1000
MCMLX =	1960

NORMAS FUNDAMENTALES

UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

Système International d'Unités →

Cantidad	Unidad	Abreviatura	Definición	Unidades SI contenidas en la definición
1 Longitud	el metro	m	Longitud de onda radiación criptón	—
2 Masa	el kilogramo	kg	prototipo internac.	—
3 Tiempo	el segundo	s	vibraciones de la radiación de cesio	—
4 Intensidad de corriente eléctr.	el amperio	A	fuerza electrodin. dos conductores	kg, m, s
5 Temperatura	el grado Kelvin	K	punto triple agua	—
6 Intensidad lumínica	la candela	cd	radiación de saturación del platino	kg, s
7 Cantidad de materia	el mol	mol	masa molecular	kg

(1) Unidades del Sistema Internacional

Símbolo	(Unidad)	Denominación
a) Aislamiento térmico		
ϑ	(°C, K)	Temperatura
Δt	(K)	Gradiente térmico
q	(Wh)	Cantidad de calor
λ	(W/mK)	Conductividad térmica
λ'	(W/mK)	Conductividad térmica equivalente
Λ α	(W/m²K) (W/m²K)	Coeficiente de conductancia térmica interna Coeficiente de conductancia térmica superficial
k	(W/m²K)	Coeficiente de transmisión térmica total
$1/\Lambda$	(m²K/W)	Coeficiente de resistencia térmica interna
$1/\alpha$	(m²K/W)	Coeficiente de resistencia térmica superficial
1/k	(m²K/W)	Coeficiente de resistencia térmica total
D'	(m²K/W·cm)	Resistencia térmica lineal
c	(Wh/kgK)	Capacidad térmica específica
S	(Wh/m³K)	Absorción térmica
β a	(1/K) (mK)	Coeficiente de dilatación lineal Coeficiente de separación
P	(Pa)	Presión
P_0	(Pa)	Presión (parcial) de vapor
g_0	(g)	Cantidad de vapor
g_k	(g)	Cantidad de agua condensada
ν	(%)	Humedad relativa del aire
μ	(–)	Índice de resistencia a la difusión (Factor de resistencia a la difusión)
$\mu \cdot d$	(cm)	Espesor de aire equivalente
Λ_0	(g/m²hPa)	Permeabilidad al vapor de agua
$1/\Lambda_0$	(m²hPa/g)	Resistencia al vapor de agua
$\mu\lambda$	(W/mK)	Factor de posición
$\mu\lambda'$	(W/mK)	Factor de posición de las capas de aire
P	(Pts/kwh)	Precio de la energía
b) Aislamiento acústico		
λ	(m)	Longitud de onda
f	(Hz)	Frecuencia
f_{gr}	(Hz)	Frecuencia límite
f_η	(Hz)	Frecuencia de resonancia
E_{dva}	(N/cm²)	Módulo de elasticidad dinámica
S'	(N/cm³)	Rigidez dinámica
R	(dB)	Aislamiento acústico (ruido aéreo) en el laboratorio
R_m	(dB)	Aislamiento acústico medio (ruido aéreo)
R'	(dB)	Aislamiento acústico bruto (ruido aéreo)
LSM	(dB)	Protección frente al ruido aéreo
L_n	(dB)	Nivel de ruidos de impacto normalizado
V/M	(dB)	Mejora del revestimiento de un forjado
TSM	(dB)	Protección frente al ruido de impacto
a	(–)	Coeficiente de absorción acústica
A	(m²)	Superficie equivalente de absorción
r	(m)	Radio de Hall
ΔL	(dB)	Disminución del ruido de impacto

(2) Símbolos físicos del Sistema Internacional

Denominación		Magnitud	Denominación		Magnitud
T (Tera)	$= 10^{12}$	(billón)	C (Centi)	$= 1/100$	(centésima)
G (Giga)	$= 10^{9}$	(millar)	m (mili)	$= 10^{-3}$	(milésima)
M (Mega)	$= 10^{6}$	(millón)	μ (micro)	$= 10^{-6}$	(millonésima)
k (kilo)	$= 10^{3}$	(mil)	η (nano)	$= 10^{-9}$	(mil-millonésima)
h (hecta)	$= 100$	(centena)	p (pico)	$= 10^{-12}$	(billonésima)
da (deca)	$= 10$	(decena)	f (femto)	$= 10^{-15}$	(mil-billonésima)
d (deci)	$= 1/10$	(décimo)	a (ato)	$= 10^{-18}$	(trillonésima)

Para designar un múltiplo o divisor sólo se utiliza un prefijo.

(3) Múltiplos y divisores decimales de unidades

Magnitud	Símbolo	Unidad del Sistema Internacional	Factor de conversión
Longitud	m	Metro	
Superficie	m²	Metro cuadrado	
Volumen	m³	Metro cúbico	
Masa	kg	Kilogramo	
Fuerza	N	Newton = 1 kg · m/s²	9,8
Presión	Pa	Pascal = 1N/m²	133,3
	Pa		
	bar	*bar = 100000 Pa = 100000 N/m*	*0,98*
Temperatura	°C	Grado Celsius	
	K	Grado Kelvin*	1
	K	Grado Kelvin*	1
Trabajo	—		10
(energía,	Ws, J	Watio/segundo = Julio	4186
cantidad	Nm		
de calor)	Wh	Watio/segundo = 3,6 KJ	1,163
	KWh	Kilowatio/hora = 10³ Wh = 3,6 MJ	1,163
Potencia (flujo energ.	W	Watio	736
flujo térmico)	W	Watio	1,163

* Prescrito a partir de 1975

(4) Conversión de unidades

$1\ m \cdot m = 1\ m^2 \qquad 1\ m \cdot 1 s^{-1} = 1\ m/s^1\ (= 1\ m/s)$

$1\ m \cdot 1\ s^{-2} = 1\ ms^{-2} (= 1\ m/s^2)$

$1\ kg \cdot 1\ m \cdot 1\ s^{-2} = 1\ kg\ m\ s^{-2}\ (= 1\ kg\ m/s^2)$

$1\ kg \cdot 1\ m^{-3} = 1\ kg\ m^{-3}\ (= 1\ kg/m^3)$

$1\ m \cdot 1\ m \cdot 1\ s^{-1} = 1\ m^2\ s^{-1}\ (= 1\ m^2/s)$

(5) «Unidades secundarias» derivadas de las unidades básicas del SI

Culombio	1 C = 1 As	Ohmio	1 Ω = 1 V/A
Faradio	1 F = 1 As/V	Pascal	1 Pa = 1 N/m²
Henrio	1 H = 1 Vs/A	Siemens	1 S = 1/Ω
Hercio	1 Hz = 1 s⁻¹ = (1/s)	Tesla	1 T = 1 Wb/m²
Julio	1 J = 1 Nm = 1 Ws	Voltio	1 V = 1 W/A
Lumen	1 lm = 1 cd sr	Watio	1 W = 1 J/s
Lux	1 lx = 1 lm/m²	Weber	1 Wb = 1 Vs
Newton	1 N = 1 kgm/s²		

El Watio puede indicarse como Voltamperio (VA) para describir la potencia eléctrica aparente y como Var (ver) para describir la potencia eléctrica ciega; el Weber también puede indicarse como segundo entero (Vs).

(6) Denominación y símbolo de las unidades secundarias del Sistema Internacional

$1\ N \times 1\ s \times 1\ m^2 = 1\ Nsm^2\ (= 1\ Ns/m^{-2}) \qquad 1\ A \times 1\ s = 1\ As = 1\ C$

$1\ rad \times 1\ s^2 = 1\ rads^2\ (= 1\ rad/s^{-2}) \qquad 1\ As/V = 1\ C/V = 1\ F$

(7) Unidades obtenidas a partir de las unidades básicas y secundarias del SI

Resistencia térmica	$1/\Lambda$ = 1 m² h K/kcal	= 0,8598 m² K/W
Conductividad térmica	λ = 1 kcal/mh K	= 1,163 W/m K
Transmisión térmica	k = 1 kcal/m² h K	= 1,163 W/m² K
Conductancia térmica	α = 1 kcal/m² h K	= 1,163 W/m² K
Densidad específica	= 1 kg/m³	= 1 kg/m³
Densidad de cálculo	= 1 kp/m³	= 0,01 k N/m³
Presión	= 1 kp/cm²	= 0,1 N/mm²

(8) Factores de conversión de las unidades tradicionales a las del SI

Unidades básicas en la construcción

La incorporación, por ley, de las unidades del Sistema Internacional se realizó de manera escalonada entre 1974 y 1977. A partir del 1 de enero de 1978 entró en vigor el sistema internacional de medidas con unidades del SI (SI = Système International d'Unités).

Magnitud	Símbolo	Unidad SI: Nombre	Unidad SI: Símbolo	Unidad legal: Nombre	Unidad legal: Símbolo	Unidad tradicional: Nombre	Unidad tradicional: Símbolo	Conversión
Ángulo plano	α, β, γ	radian	rad	ángulo completo grado minuto segundo gon	pla ° ′ ″ gon	ángulo recto ángulo tradicional ángulo nuevo minuto nuevo segundo nuevo	L g a cc	1 rad = 1 m/m = 57,296° = 63,662 gon 1 pla = 2 π rad 1^L = 1/4 pla = (π/2) rad 1° = 1^L/90 = 1 pla/360 = π/180 rad 1′ = 1°/60 1″ = 1′/60 = 1°/3600 1 gon = 1 g = 1^L/100 = 1 pla/400 = = π/200 rad 1 c = 10^{-2} gon 1 cc = (10^{-2}) c = 10^{-4} gon
Longitud	γ	metro	m	micrómetro milímetro centímetro decímetro kilómetro	µm mm cm dm km	pulgada (inch) pie (foot) fanton (fathom) milla (mile) milla náutica	in ft fatho mil sm	1 in = 25,4 mm 1 ft = 30,48 cm 1 fathom = 1,8288 m 1 mil = 1.609,344 m 1 sm = 1,852 km
Superficie, superficie de solares	A, q	metro cuadrado	m^2	área hectárea	a ha			1 a = 10^2 m^2 1 ha = 10^4 m^2
Volumen Volumen nominal	V V_n	metro cúbico	m^3	litro	l	metro cúbico normalizado	Nm^3 cbm	1 l = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3 1 Nm^3 = 1 m^3 en estado normal 1 cbm = 1 m^3
Tiempo, duración	t	segundo	s	minuto hora día año	min h d a			1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3.600 s 1 d = 24 h = 86.400 s 1 a = 8.765,8 h = 31.557 · 10^6s
Frecuencia valor de recurrencia del período Frec. circular Velocidad angular	f ω ω	hercio segundo inverso radian por segundo	Hz 1/s rad/s					1 Hz = 1/s, dando las frecuencias en las ecuaciones ω = 2 x f ω = 2 x n
Revoluciones, velocidad de giro	n	segundo inverso	1/s	revol. por seg. revol. por min.	r/s r/min.	revol. por seg. revol. por min.	U/s U/min.	r/s = U/s
Velocidad	v	metro por segundo	m/s	kilómetro por hora	km/h	nudo	kn	1 m/s = 3,6 km/h 1 kn = 1 sm/h = 1,852 km/h
Aceleración de la gravedad	g	metro por segundo al cuadrado	m/s^2			gal	gal	1 gal = 1 cm/s^2 = $10^{-2}m/s^2$
Masa: Peso (como resultado de una pesada)	m	kilogramo	kg	gramo tonelada	g t	libra inglesa libra alemana quintal quintal métrico	pd pf ztr dz	1 g = 10^{-3} kg 1 t = 1 Mg = 10^3 kg 1 pd = 0,45359237 kg 1 pf = 0,5 kg 1 ztr = 50 kg 1 dz = 100 kg
Fuerza Fuerza de un peso	F G	Newton	N			dina pondio kilopondio megapondio Kg-fuerza tonelada-fuerza	dyn p kp Mp kg t	1 N = 1 $kg/m/s^2$ = 1 Ws/m = 1 J/m 1 dyn = 1 gcm/s^2 = 10^{-5} N 1 p = 9,80665 · 10^{-3} N 1 kp = 9,80665 N 1 Mp = 9806,65 N 1 kg* = 9,80665 N 1 t* = 9806,65 N
Tensión mecánica, resistencia	σ	Newton por metro cuadrado	N/m^2	Newton por milímetro cuadrado	N/mm^2		kp/cm^2 kp/mm^2	1 kp/cm^2 = 0,0980665 N/mm^2 1 kp/mm^2 = 9,80665 N/mm^2
Trab., energía Cant. de calor Mom. de giro Mom. torsor	W, E Q M M_b	julio julio newtómetro o julio	J J Nm J	kilowatio-hora	kWh	HP-hora erg caloría kilopondímetro	HPh erg cal kpm	1 J = 1 Nm = 1 Ws = 10^7 erg 1 kWh = 3,6 · 10^6 J = 3,6 MJ 1 HPh = 2,64780 · 10^6 J 1 erg = 10^{-7} J 1 cal = 4,1868 J = 1,163 · 10^{-3} Wh 1 kpm = 9,80665 J
Eficacia, inten. energética	P	watio	W			caballo de vapor	HP	1 W = 1 J/s = 1 Nm/s = 1 kgm^2/s^3 1 HP = 0,73549675 kW
Temperatura termodinámica Temp. Celsius Gradiente de temp.y diferencia de temp. Temp. Fahrenheit Temp. Reamur	T Θ △ Θ Θ_F Θ_R	Kelvin	K K	grado Celsius	°C °C	grado Kelvin grado Rankine grado grado Fahrenheit grado Reaumur	°K °R, °Rk grd °F °R	1 °K = 1 K 1 °R = 5/9 K $\Theta = T - T_0$, T_0 = 273,15 K $\Delta\Theta = \Delta T$, donde: 1 K = 1 °C = 1 grd en ecuaciones se ha de emplear: Θ_F = 9/5 Θ + 32 = 9/5 T–459,67 Θ_R = 4/5 Θ, 1 °R = 5/4 °C

(1) Unidades del SI y unidades legales (extracto para la construcción)

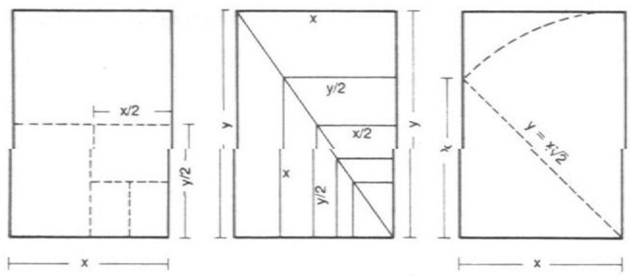
	Abreviatura
Hormigón DIN 1045 (edición: 1.72)	H 5 H 10 H 15 H 25 H 35 H 45 H 55
Hormigón ligero (véanse las «directrices para el hormigón ligero y el hormigón armado ligero con juntas cerradas») (edición: 6.73)	HL 10 HL 15 HL 25 HL 35 HL 45 HL 55
Hormigón ligero con aditivos porosos para paredes DIN 4232 (edición: 1.72)	HL 2 HL 5 HL 8
Cemento DIN 1164, parte 1.ª (edición: 6.70)	C 25 C 35 C 45 C 55
Anhidritos DIN 4208 (edición: 10.62)	AB 5 AB 12 AB 20
Hormigón armado DIN 488, parte 1.ª (edición: 4.72)	Har 220/340 Har 420/500 Har 500/550

(2) Abrev. de los materiales de construcción considerando la resistencia

	Material
Ladrillos DIN 105 (edición: 7.69) DIN 105, parte 2.ª (ed.: 1.72)	M_L 2 M_L 4 M_L 6 M_L 8 M_L 12 M_L 20 M_L 28
Ladrillos de alta resistencia y clinquer DIN 105, parte 3.ª (ed.: 7.75)	M_L 39 M_L 52 M_L 66
Piedra caliza DIN 106 (ed.: 11.72)	C 6 C 12 C 20 C 28
Piedras y ladrillos para chimeneas aisladas DIN 1075 (ed.: 8.69)	R_L 12 R_P 12 R_L 20 R_P 20 R 28 R 39
Piedras de lana mineral DIN 398 (ed.: 6.76)	LV_P 6 LV_P 12 LV_P 20 LV_P 28
Bloques de hormigón celular DIN 4165 (ed.: 12.73)	C 2 C 4 C 6
Hormigón celular DIN 4223 (ed.: 7.58)	HC 3,3 HC 4,4
Piezas huecas de hormigón ligero DIN 18149 (ed.: 3.75)	PHL 4 PHL 6 PHL 12
Bloques huecos de hormigón ligero DIN 18151 (ed.: 11.76)	Pb 12 Pb 14 Pb 16
Piezas macizas de hormigón ligero DIN 18152 (ed.: 7.71)	P 2 P 4 P 6 P 12
Bloques huecos y en forma de T, de hormigón con GEFÜGE cerrados DIN 18153 (ed. 8.72)	HD 4 HD 6
Ladrillos para techos y tabiques DIN 4159 (ed.: 10.72)	ZPT 12 ZPT 18 ZPT 24 ZPT 38

(3) Abreviaturas de materiales de construcción con diferencias respecto a la resistencia en fracciones de 5%

NORMAS FUNDAMENTALES
DIN 198, 476, 829, 4999



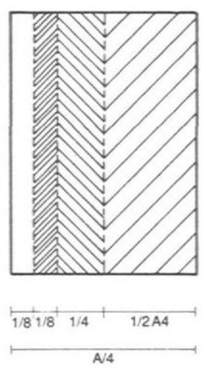
① - ③ Formatos base

Formato Clase	Serie A	Serie B	Serie C
0	841 x 1189	1000 x 1414	917 x 1297
1	594 x 841	707 x 1000	648 x 917
2	420 x 594	500 x 707	458 x 648
3	297 x 420	353 x 500	324 x 458
4	210 x 297	250 x 353	229 x 324
5	148 x 210	176 x 250	162 x 229
6	105 x 148	125 x 176	114 x 162
7	74 x 105	88 x 125	81 x 114
8	52 x 74	62 x 88	57 x 81
9	37 x 52	44 x 62	
10	26 x 37	31 x 44	
11	18 x 26	22 x 31	
12	13 x 18	15 x 22	

④ Series adicionales

Formato	Abrevia-tura	mm
Un medio A4	1/2 A4	105 x 297
Un cuarto A4	1/4 A4	52 x 297
Un octavo A7	1/8 A7	9 x 105
Un medio C4	1/2 C4	114 x 324
etc.		

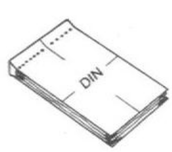
⑤ Formatos alargados



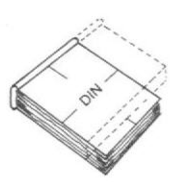
⑥ Formatos alargados A4



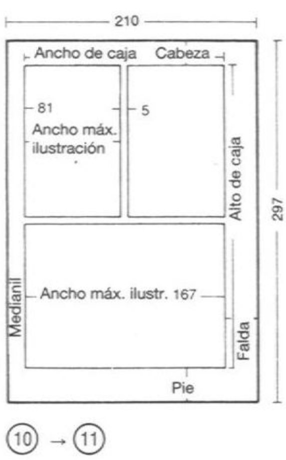
⑦ Carpetas



⑧ Blocs



⑨ Revistas encuadernadas



⑩ → ⑪

Información: DIN Instituto Alemán de Normalización, Berlín

Los formatos normalizados constituyen en la actualidad una base para el diseño del mobiliario de oficinas que determina, a su vez, la distribución de las plantas.

Por este motivo el conocimiento preciso de los formatos DIN es fundamental para el proyectista.

El Dr. Porstmann estableció los formatos normalizados dividiendo una superficie de 1 m^2 según las siguientes proporciones:

$x : y = 1 : \sqrt{2} \rightarrow$ ③ longitud del lado x = 0,841 m

$x \cdot y = 1$ longitud del lado y = 1,189 m

El formato resultante (un rectángulo de 1 m^2 de superficie, cuyos lados miden 0,841 m y 1,189 m) es la base para las diferentes series de formatos DIN.

La serie A se obtiene dividiendo por la mitad o doblando el formato base. → ① + → ②

Las series adicionales B, C y D están previstas para objetos que dependen del formato del papel, por ejemplo, sobres, carpetas y archivadores. → ④

Los formatos de la serie B son la media geométrica de los formatos de la serie A.

Los formatos de las series C y D son la media geométrica de los formatos de las series A y B. → ④

Los formatos alargados se obtienen dividiendo longitudinalmente los formatos principales en dos, cuatro y ocho partes (sobres, etiquetas, dibujos, etc.). → ⑤ y → ⑥

Las cartulinas sin orejuela para ficheros tienen el formato normalizado exacto y las que sí llevan orejuela exceden del formato en el borde superior. 1)

Los archivadores, carpetas y clasificadores son más anchos que el formato correspondiente por el dispositivo de sujeción. (Para la anchura se han de elegir dimensiones comprendidas en una de las tres series A, B o C.) → ⑦ DIN 821

Los blocs y cuadernos de notas tienen el formato normalizado; en los blocs de hojas perforadas el margen perforado está comprendido en el formato normalizado. → ⑧

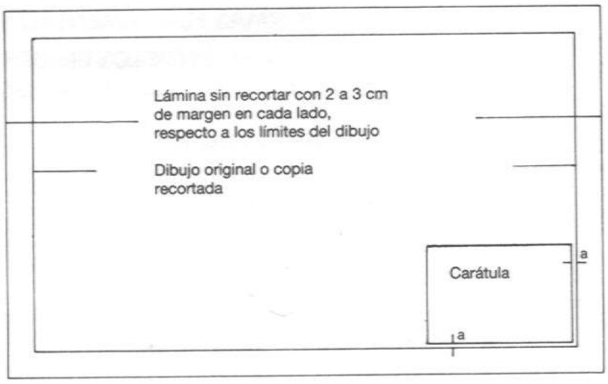
Los libros y revistas tienen también el formato normalizado.

Si al encuadernarlas hay que recortarlas, las hojas tendrán un tamaño algo menor al normalizado y las cubiertas sobresaldrán un poco. La altura de la cubierta ha de ser exactamente la del formato normalizado. → ⑨

La anchura de la cubierta está condicionada por el sistema de encuadernación.

	En cíceros		En [mm]	
Anchura de caja	37	38	167	171
Altura caja (sin título columna)	55	551/2	247	250
Espacio entre columnas	1		5	
Anchura máx. ilustraciones (dos columnas)	37		167	
Anchura máx. ilustraciones (una columna)	18		81	
Margen interior (medianil)			16	14
Margen exterior (falda)			27	25
Margen superior (cabeza)			20	19
Margen inferior (pie)			30	28

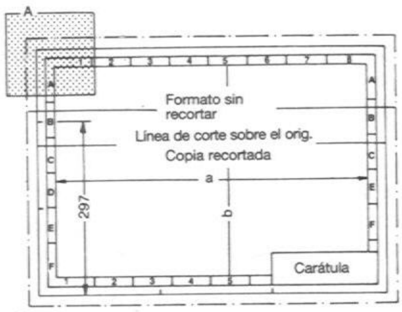
⑪ Para las cajas e ilustraciones impresas en formato A4 valen, según DIN 826, las siguientes dimensiones: → ⑩



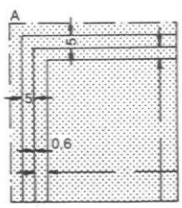
① Normas de dibujo

Tamaño de las láminas según DIN 476 serie A	DIN A0	DIN A1	DIN A2	DIN A3	DIN A4	DIN A5
Formato: lámina sin recortar mm	880×1230	625×880	450×625	330×450	240×330	165×240
Formato: lámina recortada mm	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210

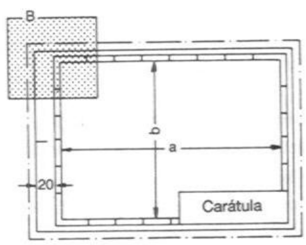
② Tamaño de las láminas



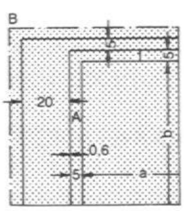
③ Tamaños DIN A2 - DIN A1 - DIN A0



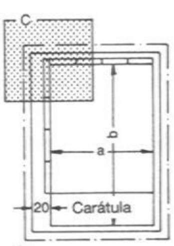
Tamaño DIN A2 - DIN A1 - DIN A0



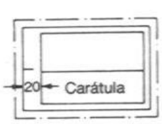
④ Tamaño DIN A3



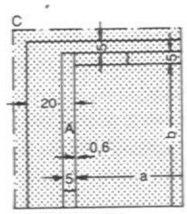
Tamaño DIN A3



⑤ Tamaño DIN A4



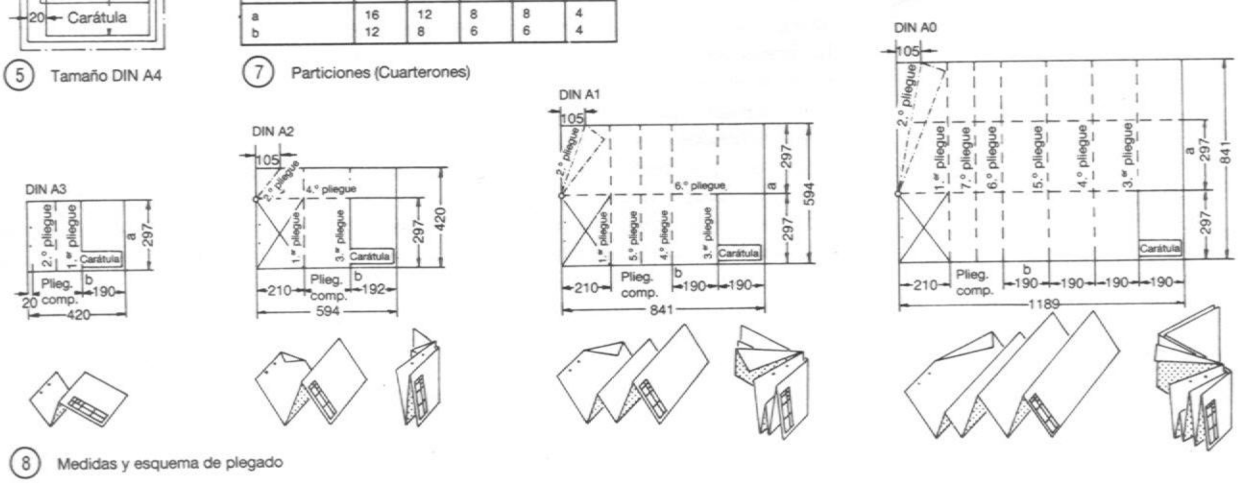
⑥ Tamaño DIN A5



Tamaño DIN A4

Partición para	Número de particiones iguales para A0	A1	A2	A3	A4
a	16	12	8	8	4
b	12	8	6	6	4

⑦ Particiones (Cuarterones)



⑧ Medidas y esquema de plegado

Las normas para los dibujos facilitan al arquitecto la tarea de archivarlos en el despacho o en la oficina de la obra, utilizarlos en las reuniones y realizar envíos. Los originales y las copias, una vez recortadas, deben ajustarse a los formatos de la serie A. → ①, ③–⑥

La **separación de la carátula (a)** al margen del dibujo es:
en los formatos A0 – A3 = ... 10 mm
en los formatos A4 – A6 = ... 5 mm

En los dibujos pequeños se permite un margen de 25 mm para la encuadernación, por lo que la superficie útil será menor.

Los **formatos estrechos** pueden obtenerse excepcionalmente yuxtaponiendo varios formatos iguales o parecidos.

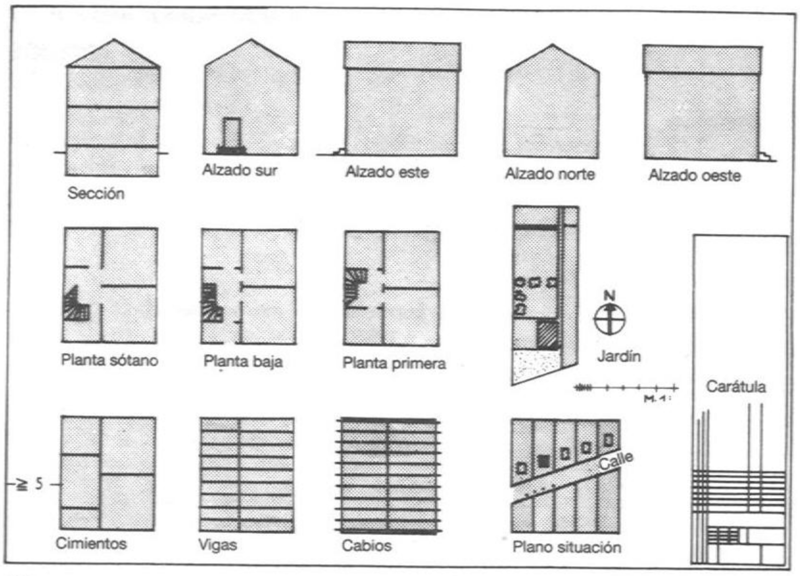
Para la serie A pueden utilizarse las siguientes anchuras de rollo:
papel de dibujo y papel transparente .... 1500, 1560 mm
(de ellos se obtienen .... 250, 1250, 660, 900 mm)
para papel de copia .... 650, 900, 1200 mm.

Para obtener todos los formatos de dibujo desde A0 a partir de un rollo de papel, éste ha de tener 900 mm de ancho.

Para archivar los dibujos en clasificadores para formato DIN A4, han de plegarse de la siguiente manera: → ⑧.

1. La carátula ha de quedar siempre arriba y visible.
2. Al empezar a plegar se ha de respetar la anchura de 21 cm (pliegue 1), para lo cual es conveniente utilizar una plantilla de 21 × 29,7 cm.
3. Partiendo de **c** se pliega hacia atrás una porción triangular del dibujo (pliegue 2), de forma que una vez plegado sólo se perfore o enganche el cuarterón marcado con una cruz.
4. El dibujo se continúa plegando hacia la izquierda a partir del lado **a** cada 18,5 cm, para lo cual es conveniente utilizar una plantilla de 18,5 × 29,8 cm. La porción de papel restante se dobla por la mitad para que la carátula del dibujo quede hacia arriba.
5. Las líneas de pliegue así obtenidas se empiezan a doblar desde el lado **b**.

Para reforzar el borde a perforar o enganchar puede pegarse una cartulina de tamaño DIN A5 = 14,8 × 21 cm por la cara posterior. Ajustándose al proceso descrito se pueden plegar láminas de cualquier formato. Si la longitud de la lámina, una vez restado el primer pliegue de 21 cm, no es divisible por un múltiplo par (2, 4, 6, etc.) de 18,5 cm, la longitud restante se ha de doblar por la mitad.



(1) Disposición de los dibujos en un plano



(2) Indicación de la escala gráfica

NORMAS FUNDAMENTALES

DISPOSICIÓN DE LOS DIBUJOS

DIN 6, 15, 16, 36, 406, 823, 1352 y 1356 → p. 11

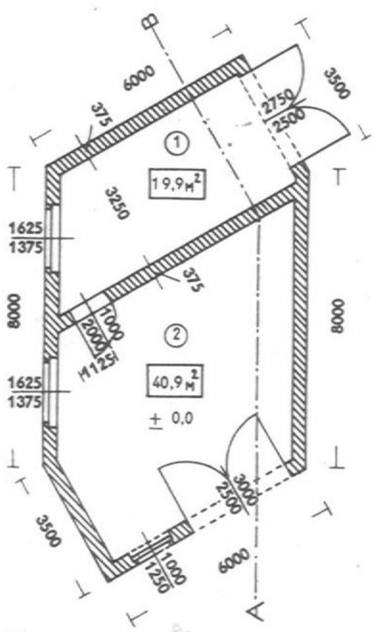
Para la encuadernación se ha de dejar a la izquierda un margen en blanco de 5 cm de anchura. La carátula situada a la derecha en (1) contiene:

1. Clase de dibujo (croquis, anteproyecto, proyecto, etc.).
2. Elementos representados (plano de situación, planta, sección, alzado, perspectiva, etc.).
3. Escala.
4. Caso de ser necesario, las cotas.

En los planos para solicitar licencias de obra se ha de indicar además:

1. Nombre (firma) del cliente.
2. Nombre (firma) del autor del proyecto.
3. Nombre (firma) del director de obra.
4. Nombre (firma) del constructor.
5. Observaciones de la autoridad.
   a) sobre el visado } pueden reseñarse en
   b) autorización } el dorso

En los planos de situación y emplazamiento, así como en todas las plantas, debe indicarse el Norte geográfico.



(3) Ejemplo de acotación normalizada de una planta irregular. Las cotas corresponden a la obra en bruto → p. 54

ESCALAS (según DIN 825) → (2)

En la carátula se ha de indicar con caracteres grandes la escala del dibujo más importante y en caracteres más pequeños las escalas de los dibujos restantes; estas últimas se han de repetir en el dibujo correspondiente. Todos los objetos se han de dibujar a escala; las cotas de los elementos no dibujados a escala se han de subrayar. A ser posible sólo se emplearán las escalas siguientes:
Planos de edificación 1:1, 1:2,5, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100, 1:200 y 1:250,
Planos de situación 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:2500, 1:5000, 1:10 000 y 1:25 000.

COTAS Y ESPECIFICACIONES ADICIONALES
(según DIN 406, págs. 1 a 6) → (3)

Todas las cotas se refieren a las dimensiones de obra (espesores de muro). En los planos de edificación, las cotas inferiores a 1 m suelen expresarse en centímetros y las superiores en metros; según → BOL también se expresan en milímetros.

Los **conductos de chimeneas**, tuberías de gas y conducciones de aire acondicionado se indican, mediante sus medidas útiles, como quebrado (anchura/longitud), si son circulares con el signo ø = diámetro.

Las **escuadrías de la madera** se indican mediante un quebrado: anchura/altura.

La **relación huella/contrahuella** de las escaleras se indica a lo largo de la línea de huella, ésta se inscribe debajo del eje y la contrahuella por encima (→ p. 7 y sig.).

Las **medidas de las aberturas de puertas y ventanas** se señalan a lo largo del eje, sobresaliendo, además, claramente por debajo de éste (→ p. 7 y sig.).

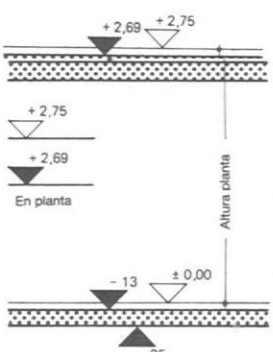
Las **cotas de altura** se refieren al canto superior del revestimiento del suelo de la planta baja, al que se asigna la cota (± 0,00).

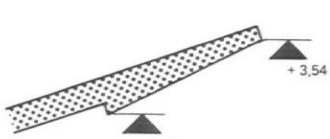
La **numeración de las salas** se inscribe en un círculo.

La **superficie** (m^2) de las salas se inscribe en un cuadrado o en un rectángulo → (3).

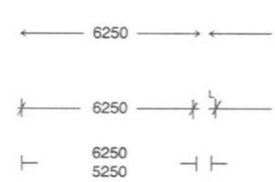
Las **líneas por donde se han dibujado las secciones** se representan por líneas discontinuas punto-línea, señalizadas con letras mayúsculas en orden alfabético, según el sentido de la sección correspondiente. Además de las flechas normalizadas → (4), suelen emplearse líneas inclinadas o bien horizontales → (5) para delimitar las cotas. Éstas se han de rotular de manera que puedan leerse sin necesidad de girar el dibujo.

Todas las **cotas** con una inclinación comprendida en el cuadrante derecho del dibujo, incluidas las verticales, se escribirán a partir de la derecha según el sentido de la línea de cota y todas las del cuadrante izquierdo desde la izquierda → ejemplo (3) + (7).





(7) Acotación de alturas en alzados y secciones

(4)


(5)

(6)

SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA

Comedor

1. Mesa
   85 × 85 × 78 = 4 pers.
   130 × 80 × 78 = 6 pers.
2. Mesa redonda
   Ø 90 = 6 pers.
3. Mesa poligonal 70-100
4. Mesa plegable 120 × 180
5. Silla/taburete Ø 45 × 50
6. Sillón 70 × 85
7. Cama turca 95 × 195
8. Sofá 80 × 175
9. Piano 60/140-160
10. Piano de cola
    de apoyo 155 × 114
    de salón 200 × 150
    de concierto 275 × 160
11. Televisor
12. Mesa de corte 50/50-70
    Máquina de coser 50/90
13. Envolvedor 80/90
14. Baúl de ropa 40/60
15. Arcón 40/100-150
16. Armario 60/120

Guardarropía

17. Separación colgadores 15-20 cm
18. Guardarropa
19. Armario ropa para lavar 50 × 100-180
20. Escritorio
    70 × 130 × 78
    80 × 150 × 78
21. Florero

Dormitorio

22. Cama 95 × 195
    Mesita de noche
    50 × 70, 60 × 70
23. Cama doble
    95 × 195, 100 × 200
24. Cama de matrimonio
    145 × 195
25. Cama de niños
    70 × 140-170
26. Armario ropero
    60 × 120

Baño

27. Bañera
    75 × 170, 85 × 185
28. Bañera de asiento
    70 × 105, 70 × 125
29. Ducha
    80 × 80, 90 × 90, 75 × 90
30. Ducha de esquina
    90 × 90
31. Lavabo
    50 × 60, 60 × 70
32. Dos lavabos
33. Lavabo doble
    60 × 120, 60 × 140
34. Lavabo empotrado
    45 × 30
35. W.C.
    38 × 70
36. Urinario
    35/30
37. Bidé
    38 × 60
38. Urinario de pedestal

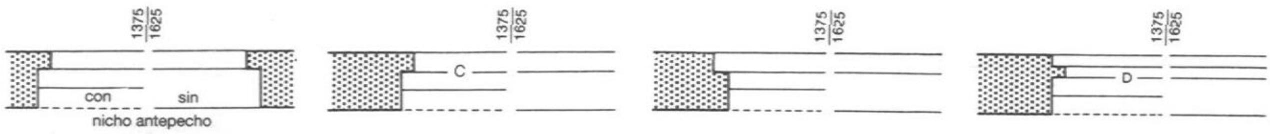
Cocina

39. Fregadero
    60 × 100
40. Fregadero doble
    60 × 150
41. Lavadero escalonado
42. Vertedero
43. Armario de pared/
    Armario bajo
44. Armario alto
45. Tabla de plancha
46. Cocina eléctrica
47. Lavaplatos (Lp)
48. Nevera (N)
49. Frigorífico (Frig.)

Hornos y fogones de:

50. Combustibles sólidos
51. Gas-oil
52. Gas
53. Electricidad
54. Radiador
55. Caldera
56. Caldera de gas
57. Caldera de gas-oil
58. Triturador de basuras
59. Conducto eliminación de basuras
60. Conducto de entrada y salida de aire
61. AE = Ascensor enfermos
    MC = Montacargas
    AP = Ascensor personas
    MP = Montaplatos
    AH = Ascensor hidráulico

Ventanas con marco empotrado → p. 160 a 166



① Las ventanas sencillas con mocheta interior permiten colocar radiadores debajo del antepecho

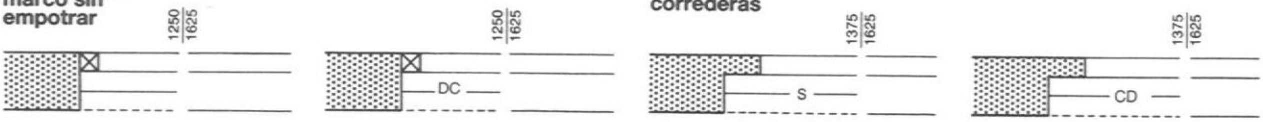
② Ventana de caja (C) con mocheta interior, ventana doble (D), ventana doble compuesta (DC)

③ Ventana sencilla con mocheta exterior

④ Ventana doble (D) con mocheta exterior

Ventanas con marco sin empotrar

Ventanas correderas



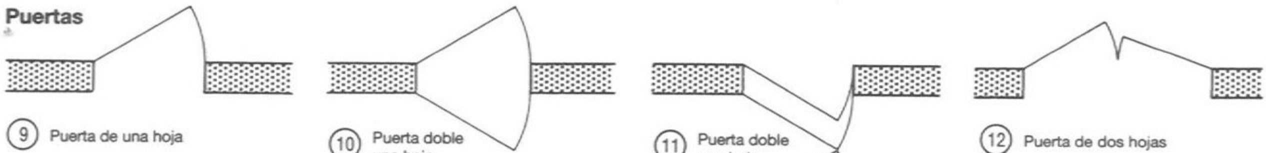
⑤ Ventana sencilla

⑥ Ventana doble (D), ventana de caja (C), ventana doble compuesta (DC)

⑦ Ventana sencilla corredera (S)

⑧ Ventana corredera doble (CD)

Puertas

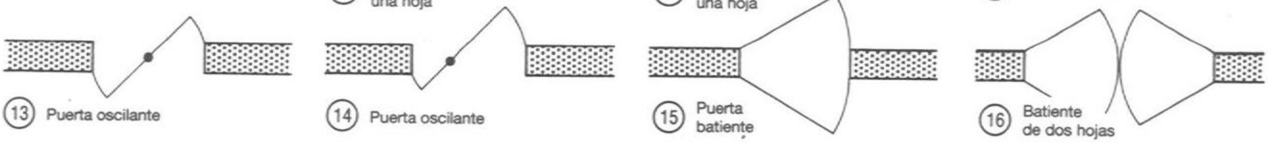


⑨ Puerta de una hoja

⑩ Puerta doble una hoja

⑪ Puerta doble una hoja

⑫ Puerta de dos hojas

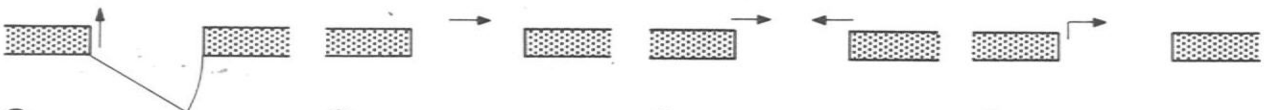


⑬ Puerta oscilante

⑭ Puerta oscilante

⑮ Puerta batiente

⑯ Batiente de dos hojas

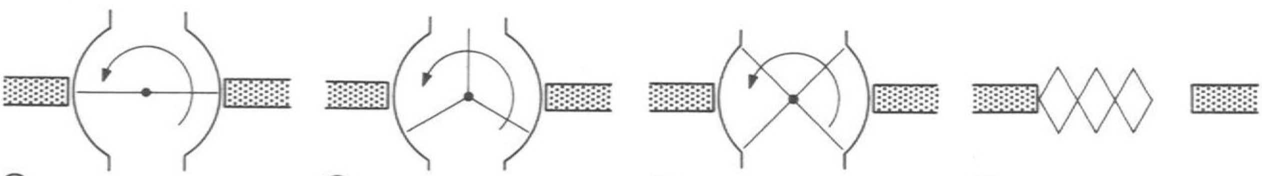


⑰ Puerta con disp. elevador

⑱ Corredera de una hoja

⑲ Corredera de dos hojas

⑳ Corredera con disp. elevador

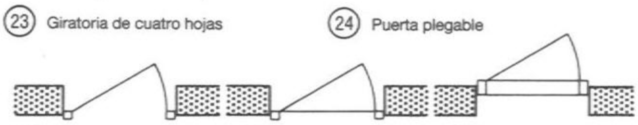


㉑ Giratoria de dos hojas

㉒ Giratoria de tres hojas

㉓ Giratoria de cuatro hojas

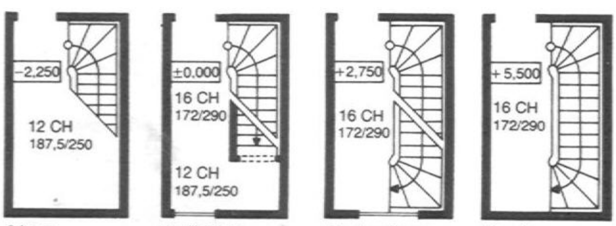
㉔ Puerta plegable



㉗ Puerta sin umbral

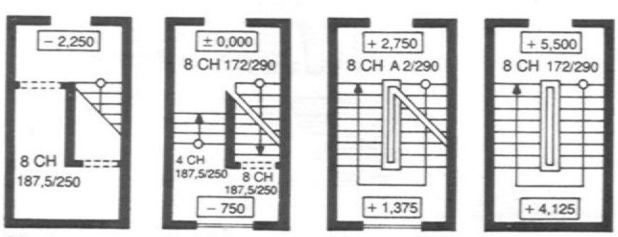
㉘ Umbral a un lado

㉙ Umbral ambos lados



Sótano · Planta baja · Planta primera · Desván

㉕ Escaleras de un tramo → p. 175-178



Sótano · Planta baja · Planta primera · Desván

㉖ Escaleras de dos tramos

En las **ventanas** únicamente se ha dibujado la mocheta correspondiente al lado izquierdo. → ① − ⑧

Las puertas giratorias → ㉑ − ㉓ permiten acceder a un edificio sin necesidad de construir un cortavientos para evitar las corrientes de aire

Como las puertas giratorias no permiten el paso de mucha gente, en las horas punta las hojas de la puerta se han de plegar y desplazar a un lado. → p. 168-171

Las **escaleras** de un solo tramo responden a construcciones de madera; las de dos tramos, a construcciones de hormigón o piedra. → ㉕ − ㉖

En las plantas, las escaleras suelen seccionarse a un tercio de su altura por encima del forjado.

Los peldaños se numeran hacia arriba y hacia abajo desde el nivel ± 0,00.

A los números correspondientes a los peldaños situados por debajo del nivel ± 0,00 se les antepone el signo − (menos).

Los números se sitúan en el arranque de la escalera sobre el primer peldaño y en la salida sobre el rellano.

La línea de huella se marca con un círculo en el arranque y se acaba en la salida con una flecha (también en el sótano).

(1) Datos y especificaciones exigibles:

a) Sup. suelos } Sin descontar los huecos } En m^2 con 2 decimales
b) Sup. techos } Sin descontar los huecos } En m^2 con 2 decimales
c) Sup. paredes } En m^2 con 2 decimales
d) Sup. ventanas } En m^2 con 2 decimales
e) Sup. puertas } En m^2 con 2 decimales
f) Tipos de pavimento
g) Tipo de pintura o revestimiento de las paredes
h) Tipo de pintura o revestimiento de los techos

(2) Abreviaturas para especificar los tipos de pintura y revestimientos en suelos (S) y paredes (P)

	Techos	Paredes		
Pintura a la cal	Tc	Pc	Azulejos	– Az
Pintura a la cola (temple)	Tt	Pt	Madera	Tm Pm
Pintura mineral	Tm	Pm	Ladrillo	– Pl
Pintura al óleo	To	Po	Moqueta	Tmo Pmo
Pintura a la cera	Tce	Pce	etc.	

Persianas articuladas PA
Persianas enrollables PE
Persianas de ballesta PB
} En puertas y ventanas después de la indicación D, S, etc.

(3) Abreviaturas para especificar tipos de suelo (S)

1) Solados .... Ss
Asfalto .... Ssa
Yeso .... Ssy
Xilolita .... Ssx
Terrazo .... Sst
Cemento .... Ssc
etc.
2) Revestimientos .... Sr
Caucho .... Src
Ladrillo .... Srl
Linóleo .... Srl
Losetas asfálticas .... Srla
Losetas granito .... Srlg
Losetas pied. caliza ...... Srlc
Losetas pied. artificial ..... Srlp
Losetas mármol .... Srlm
Losetas pied. arenisca .... Srlr
Losetas esquisto litog. .... Srle
Losetas xilolita .... Srlx

Gres .... Srgr
Cerámica .... Srce
etc.
3) Aplacados .... Sa
Madera .... Sam
Granito o sienita .... Sag
Escoria .... Saa
Ladrillos .... Sal
etc.
4) Madera .... Sm
Tablas madera blanda .... Smb
Lamas de haya .... Smh
Lamas de roble .... Smr
Lamas de pino .... Smp
Lamas de pino tadea ..... Smt
Parqué de roble .... Smpr
Parqué de haya .... Smph
etc.

(4) Colores para representar tuberías según DIN 2403

[rojo] vapor
[rojo | blanco | rojo] Vapor a.t.
[rojo | verde | rojo] vapor escape
[verde] agua potable
[verde | blanco | verde] agua cal.
[verde | amar. | verde] agua cond.
[verde | rojo | verde] agua a presión
[verde | naranja | verde] agua salada
[verde | negro | verde] agua uso ind.
[verde | negro | verde | negro | verde] agua residual
[verde] tuberías de minas
[azul] aire
[azul | blanco | azul] aire cal.
[azul | rojo | azul] aire a pre.
[azul | negro | azul] polvo carbón
[amar.] gas a hornos depurado
[amar. | negro | amar.] gas a hornos en bruto

[amar. | azul | amar.] gas de gener.
[amar. | rojo | amar.] gas ciudad, gas alumb.
[amar. | verde | amar.] gas de agua
[amar. | marrón | amar.] gas de gas-oil
[amar. | blanco | amar. | blanco | amar.]
acetileno
anhidrido carb.
[amar. | negro | amar. | negro | amar.]
[amar. | azul | amar. | azul | amar.]
oxígeno
hidrógeno
[amar. | rojo | amar. | rojo | amar.]
[amar. | verde | amar. | verde | amar.]
nitrógeno
amoníaco
[amar. | lila | amar. | lila | amar.]
[naranja] Ácidos
[naranja | rojo | naranja] ácidos concen.
[lila] lejía
[lila | rojo | lila] lejía concen.
[marrón] gas-oil

(5) Símbolos de impermeabilización según DIN 18195, para agua a baja presión

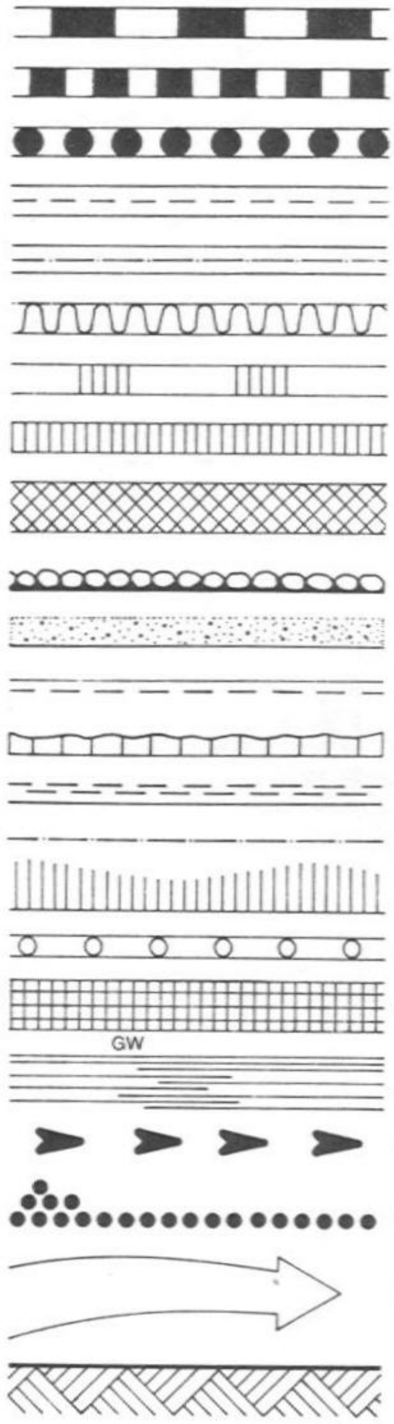
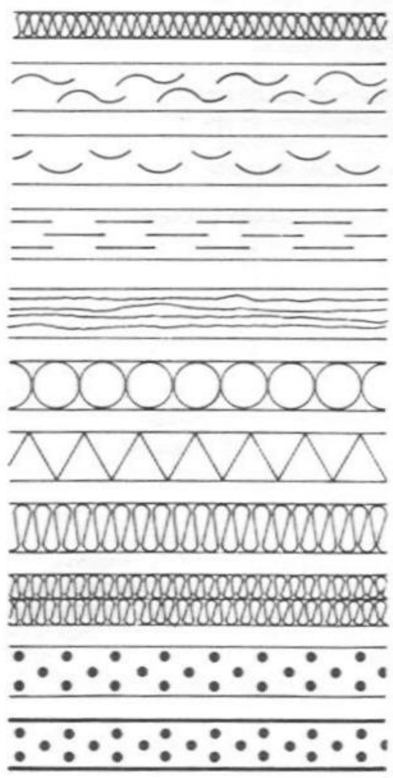


Lámina impermeabilizante
Barrera de vapor
Lámina termoplástica de mat. sintético
Papel engrasado
Lámina imperm. con relleno de tela
Lámina imperm. con relleno de lám. metálicas
Capa de nivelación encolada puntualmente
Capa de nivelación encolada
Masilla
Capa de cantos rodados
Capa de arena
Imprimación previa
Arcilla impermeabilizante
Pintura impermeab. (p. e., dos manos)
Imprimación imperm. sobre revoque
Impregnación
Fieltro impermeable
Capa de drenaje (material sintético)
Agua estancada
Escorrentía de agua en la superficie
Salida de humedad, moho, manchas, etc.
Entrada de humedad
Tierras compactadas

(6) Aislamiento



Capa de aislamiento térmico y acústico
Aislante de lana mineral
Aislante de fibra de vidrio
Aislante de fibra de madera
Aislante de fibra de turba
Espuma expandida
Corcho
Planchas de virutas de mad. y magnesita
Planchas de virutas de mad. y cemento
Placas de yeso
Placas de cartón-yeso

SIMBOLOGÍA EMPLEADA EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA

DIN 1356 →

Para elementos de construcción

S	= Suelo
T	= Techo
C	= Cimientos
FB	= Forjado en bruto
PA	= Pavimento acabado
P	= Pared
AR	= Arriostramiento
TM	= Tapiar con muro
SH	= Hueco en suelo
SC	= Canalizac. en S
SR	= Regata en suelo
TH	= Hueco en techo
TR	= Regata en techo
CR	= Regata en C
GA	= Guía de anclaje
PT	= Pasatubos
Hor.	= Hornacina
PH	= Hueco en pared
PR	= Regata en pared

Para el dimensionado

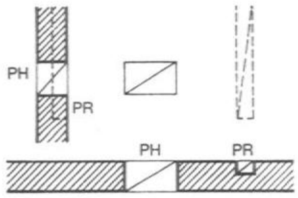
CS	= Canto superior
CI	= Canto inferior
CSFB	= CS forj. en bruto
CSPT	= CS pav. acabado
CIPR	= CI de regata

Para indicar la posición

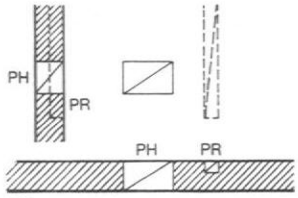
eT	= en el techo
dT	= debajo del techo
sS	= sobre el suelo
eTr	= encima terreno
dTr	= debajo terreno
cont.	= continuo

Para instalaciones

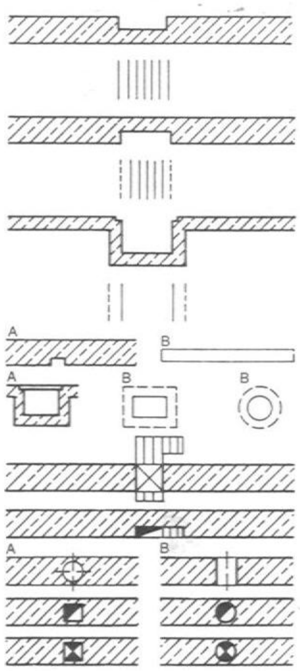
F	= de fontanería
G	= de gas
C	= de calefacción
R	= de refrigeración
E	= de electricidad



(1) Cerrados final de obra



(2) = se quedan abiertos



Regatas en suelo, techo o cimientos; en sección

Ídem en planta

Regata en cara inferior del techo; en sección

Ídem en planta

Canalización en sección

Canalización en planta

A) Guía de anclaje en sección
B) Ídem en planta

A) Hornacina en sección
B) Hornacina en planta

Regata en la pared y hueco en el techo; en alzado

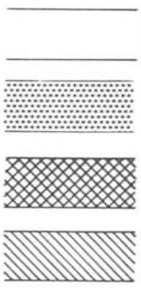
Ídem en planta

A) Pasatubos en alzado
B) Pasatubos en planta

Chimenea en planta

Chimenea de gas en planta

(3) Símbolos para planos de obra



Plano de situación y viales existentes

Viales proyectados, pero aún no construidos

Construcciones existentes

Const. previstas, pero no construidas



Constr. a demoler

Zona verde pública

Cement.

Aparcam.

Pequeños huertos

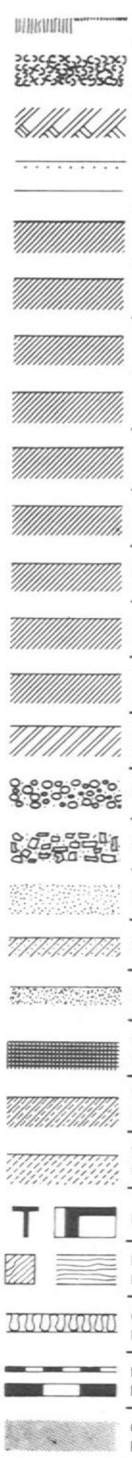
Camping y zona ocio

Estadio

Playa/baños

Zona infantil de juegos

(4) Símbolos en plantas y secciones



[1] Representación con un solo color	[2] Representación multicolor	[3] Abreviatura	[3] Se ha de añadir siempre a [1] o [2]
	Verde claro		Hierba
	Sepia		Turba y tierras similares
	Sepia osc.		Terreno natural
	Negro-blanco		Tierras de relleno
	Marrón-rojizo Ral 3016		Obra de fábrica de ladrillo tomado con mortero de cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	CM	Obra de fábrica de ladrillo tomado con mortero de cemento
	Marrón-rojizo Ral 3016	CCM	Obra de fábrica de ladrillo tomado con mortero de cemento y cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	Lp/CM	Obra de fábrica de ladrillo perforado tomado con mortero de cemento
	Marrón-rojizo Ral 3016	Lh/CCM	Obra de fábrica de ladrillo hueco tomado con mortero de cemento y cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	CL	Obra de fábrica de clinquer tomado con mortero de cemento
	Marrón-rojizo Ral 3016	Cp	Obra de fábrica de piedra arenisca tomada con mortero de cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	POM	Obra de fábrica de piedra pómez tomada con mortero de cal
	Marrón-rojizo Ral 3016	..... /	Obra de fábrica de piedra ..... tomada con mortero de ....
	Marrón-rojizo Ral 3016		Obra de fábrica de piedra natural tomada con cemento
	Sepia		Grava
	Gris oscuro		Cascotes
	Amarillo-cinc		Arena
	Ocre	FEG	Revestimiento (yeso)
	Blanco		Revoque de mortero
	Violeta Ral 4005		Piezas prefabricadas de hormigón
	Verde azulado Ral 6000		Hormigón revestido
	Verde Oliva Ral 6013		Hormigón visto
T	Negro		Acero en sección
	Marrón Ral 8001		Madera en sección
	Gris azulado Ral 5008		Aislamiento acústico
	Negro y blanco		Capa de impermeabilización y aislamiento térmico
	Gris Ral 7001		Elementos preexistentes

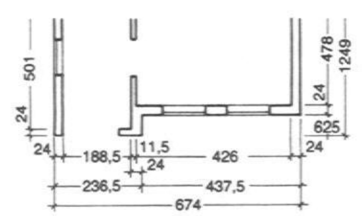
marrón	amar.	marrón	gas-oil
marrón	negro	marrón	fuel-oil
marrón	rojo	marrón	gasolina
marrón	blanco	marrón	benzol
negro			alquitrán
gris			vacío

Tipo de línea	Aplicación más importante	Escala de los dibujos		
		1:1 1:5 1:10	1:20 1:25 1:50	1:100 1:200
		Grosor de la línea en mm		
Línea continua (gruesa)	Delimitación de elementos seccionados	1,0	0,7	0,5
Línea continua (semigruesa)	Aristas vistas, delimitación de pequeños elementos seccionados	0,5	0,35	0,35
Línea continua (fina)	Líneas de cotas	0,25	0,25	0,25
	Líneas auxiliares, recorridos	0,35	0,25**	0,25
Línea discontinua* (semigruesa)	Aristas ocultas	0,5	0,35	0,35
raya-punto-raya (gruesa)	Indicación del plano por donde se realiza la sección	1,0	0,7	0,5
raya-punto-raya (semigruesa)	Ejes	0,35	0,35	0,35
Línea a puntos* (fina)	Elementos situados por detrás del observador	0,35	0,35	0,35

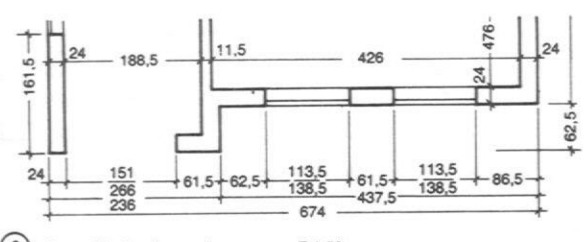
* Línea discontinua — — — — trazos más largos que el espacio intermedio
Línea a puntos .... puntos o trazos más cortos que el espacio intermedio
** 0,35 mm, cuando se ha de reducir de 1:50 a 1:100

Observación: En los planos realizados con plotter o en aquellos dibujos que deban microfilmarse, puede ser necesario trazar las líneas con otras anchuras.

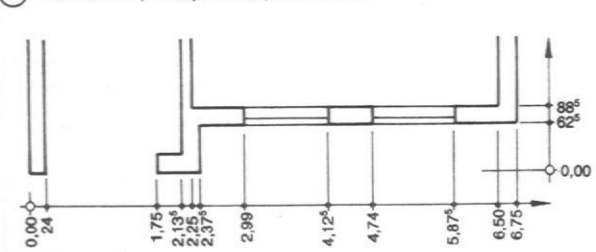
(1) Tipos de línea, anchura del trazo



(2) Cotas exteriores del dibujo, p.e. 1:100 cm



(3) Acotación de pilares y huecos, p.e. E 1:50 cm



(4) Acotación mediante coordenadas, p.e. E 1:50 cm, m

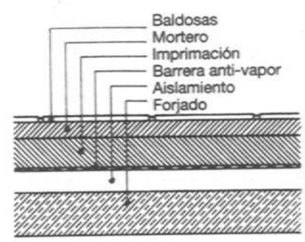
NORMAS FUNDAMENTALES

En los planos de arquitectura se ha de dar el grosor adecuado a los diferentes tipos de líneas, tal como se indica en → (1).
Las anchuras indicadas también se han de respetar en los dibujos a tinta.

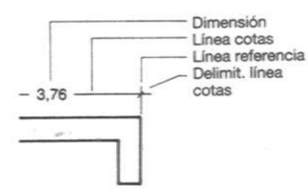
		1	2	3	4
Unidad		Magnitud			
		Menos de 1 m p.e.			Más de 1 m p.e.
1	m	0,05	0,24	0,88	3,76
2	cm	5	24	88,5	376
3	m, cm	5	24	88^5	3,76
4	mm	50	240	885	3760

La unidad empleada se ha de indicar junto a la escala en la que se ha realizado el plano (p.e. 1:50 cm).

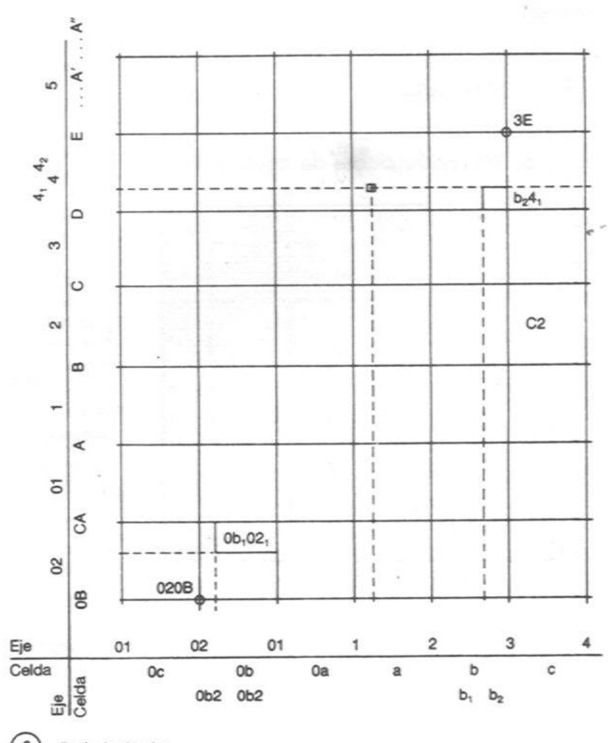
(5) Unidades de medida



(6) Líneas auxiliares de referencia



(7) Acotación



(8) Retícula de ejes

Desagüe de edificios y terrenos
DIN 1986, 19800, 19850 → 📖

	Unidad	
AW_2	—	Caudal en l/s del aparato a desaguar
Q_3	l/s	Caudal de aguas negras; obtenido después de aplicar un factor de simultaneidad a la suma de los valores de conexión
r	l/(s · ha)	Cantidad de agua que cae por segundo y hectárea, basándose en estimaciones estadísticas
Q_v	l/s	Cantidad de agua que se aporta cada segundo a las conducciones pluviales
Q_m	l/s	Suma de los caudales de aguas negras y pluviales

① Conceptos

Cálculo de las conducciones de aguas negras

Para determinar el caudal total (Q_3) es imprescindible conocer la frecuencia de utilización, para lo cual hay que valorar el factor de simultaneidad. Para rentabilizar las dimensiones de las canalizaciones es necesario asignar un valor numérico a este factor antes de empezar el cálculo.

Viviendas con puntas de consumo de escasa duración	$Q_3 = 0{,}5 \sqrt{\sum AW_3}$
Grandes hoteles y residencias	$Q_3 = 0{,}7 \sqrt{\sum AW_3}$
Laboratorios, edificios industriales, etc.	$Q_3 = 1{,}2 \sqrt{\sum AW_3}$

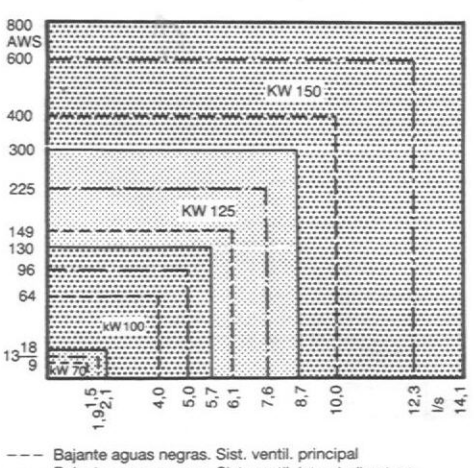
② Valoración del factor de simultaneidad

La suma de los valores de conexión de cada uno de los objetos a desaguar se realiza según → ④, columna 2.

El cálculo de los bajantes se realiza en función del sistema de ventilación (ventilación principal o secundaria) según el diagrama → ③.

Las conducciones horizontales de aguas negras se calculan según ⑤.

Cálculo de las conducciones de agua de lluvia



- - - Bajante aguas negras. Sist. ventil. principal
—·— Bajante aguas negras. Sist. ventil. lateral, directo o indirecto
—— Bajante aguas negras. Sist. ventil. secundario

③ Diferentes solicitaciones

Aparato a desaguar o tipo de conducción	Longitud nominal de la derivación individual	Valor de conexión AW_s
Lavamanos, bidé, desagüe con dos cambios de dirección como máximo (incluido el sifón)	40	0,5
Desagüe WIG Vo_3 con más de dos cambios de dirección	50	0,5
Desagües de la cocina (fregadero sencillo y doble, lavaplatos de hasta 12 cubiertos, lavadero, lavadora de hasta 6 kg de capacidad en seco; con sifón propio)		
Lavadoras de 6 a 12 kg de capacidad en seco	70	1,5
Lavaplatos industrial	100	2
Lavadero con más de 30 l de capacidad	70	1,5
Urinario (individual)	50	1
Urinarios en serie hasta 2 unidades hasta 4 unidades hasta 6 unidades más de 6 unidades	70	 0,5 1 1,5 2
Sumidero, NW 50 NW 70 NW 100	50 70 70	1 1,5 1,5
WC	100	2,5
Bañera	50	1
Bañera con conexión propia	50	1
Bañera con conexión directa, tubería de conexión por encima del pavimento, hasta 1 m de longitud y pendiente no mayor a 1:50, introducción en tuberías de al menos NW 70	40	1
Bañera con conexión indirecta; hasta 1 m de longitud	50	1
Tuberías de conexión entre bañera y lavamanos	30	—
Conjunto de una vivienda conectada a un bajante (baño, aseo y cocina)	—	5,5
Conjunto de una vivienda, sin cocina, conectada a un bajante (baño y aseo)	—	4,5
Cocina de una vivienda conectada a un bajante especial	—	2
WC o ducha y lavamanos	—	4
Habitación de hotel con WC, lavamanos y bañera de asiento	—	4,5
Aparatos a desaguar, sin sifones, p.e. lavaderos en serie de fábricas, etc. Bombas de achique y grandes lavadoras y lavaplatos industriales conectados a la red de desagüe con una presión determinada	según el caudal de agua en l/s en función de su rendimiento; en función de la capacidad máxima de las bombas Q_B	

④ Valores de conexión y valores nominales de las derivaciones individuales

Derivación individual	NW 40 50 70	longitud máx. 3 m longitud máx. 3 m longitud máx. 5 m		Ventilación a través de la cubierta o un NW mayor
Derivación conjunta	 50 70 100	Sin ventilar 1 AW_s 3 AW_s 15 AW_s	Ventilada 1,5 4,5 22	Ventilación a través de la cubierta o un NW mayor si la longitud es mayor a 10 m
Sección mínima	70 100	Bajantes Tuberías a nivel del suelo		

⑤ Tuberías de desagüe: secciones mínimas y ventilación necesaria

NORMAS FUNDAMENTALES

DESAGÜE DE EDIFICIOS Y TERRENOS

DIN 1986, 19800, 19850 → 📖

NW	LW mm	J=1:50 (2cm/m)		J=1:66,7 (1,5cm/m)		J=1:10 (1cm/m)		J= 1:NW/2	J= 1:NW
		válido	válido	válido	válido	válido	válido	válido	válido
70	70	1,5	9	–	–	–	–	–	–
100	100	4	64	3,4	46	2,8	31	–	–
125	115	5,8	135	5	100	4	64	–	3,86
	125	7,2	207	6,1	149	5	100	–	4,5
150	150	11,7	548	10,1	408	8,2	269	–	6,7
200	200	25	2500	21,7	1884	17,7	1253	–	12,45
250	250	45,4	–	39,3	–	32	–	28,6	20,15
300	300	73,5	–	63,7	–	52	–	42,3	29,8
(350)	350	110,5	–	95,8	–	78	–	59,0	41,45
400	400	157	–	136,3	–	111	–	78,5	55,0
500	500	283	–	245,3	–	200	–	126,0	89,0

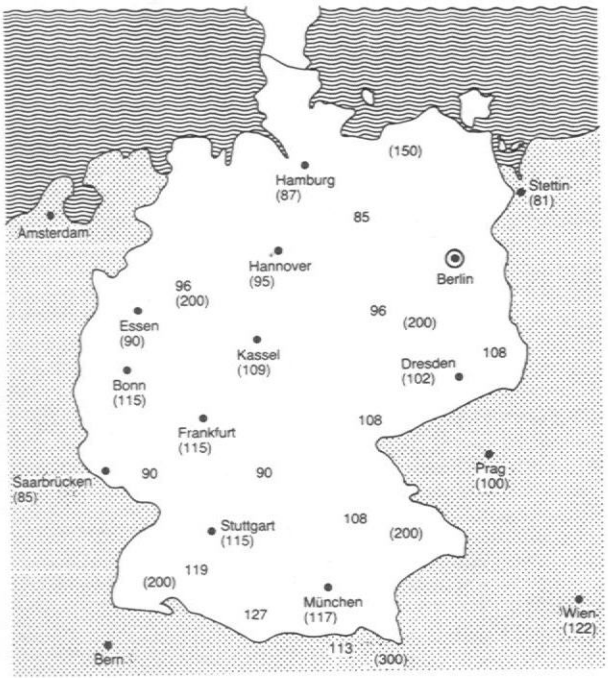
① Colectores horizontales para aguas negras

Cálculo según DIN 1986.
Las conducciones de evacuación del agua de lluvia desde los edificios y los terrenos deben dimensionarse de manera que desaparezca el peligro de estancamiento del agua. En la norma DIN 1986 los valores máximos que pueden llegar a caer de agua se evalúan en 150-200-300 l/(s·ha). Trasladados a un mapa de precipitaciones por Reinhold → ②, teniendo en cuenta, sin embargo, una duración de 5 minutos de la lluvia, resultan los valores indicados entre paréntesis. Las superficies equivalentes de lluvia que se han de conectar a las conducciones de desagüe se calculan según → ③.
Según las características de la superficie equivalente, se disminuye la cantidad de lluvia a desaguar por escorrentía natural → ④.
Cálculo de las conducciones de aguas negras y agua de lluvia.

En principio las aguas negras y el agua de lluvia se han de conducir por bajantes separados hasta las conducciones horizontales. El cálculo de las conducciones mixtas se realiza mediante la fórmula:

$$Q_m = Q_s + Q_r \text{ en l/s}$$

Q_s = en función de la superficie equivalente (AW_s) y el correspondiente factor de simultaneidad.
Q_r = en función de la precipitación máxima, la cantidad de lluvia y el caudal adicional.



② Mapa de precipitaciones según Reinhold

Superficie equivalente de lluvia en m², precipitación máx. L/s ha 150	200	300	Caudal Q_r l/s	J=1:50 (2 dm/m) LW	Q_r l/s válido	J=1:66,7 (1,5 cm/m) LW	Q_r l/s válido	J=1:100 (1 cm/m) LW	Q_r l/s válido
90	70	45	14						
135	105	70	2,1						
185	140	90	2,8						
230	175	115	3,5						
275	210	140	4,15					100	4,5
320	240	160	4,8			100	5,4		
365	275	180	5,5						
415	310	200	6,25	100	6,3			115	6,5
465	350	230	7,0						
515	390	260	7,75			115	7,9	125	8,1
570	425	280	8,5						
570	425	280	8,5						
620	465	310	9,25	115	9,3	125	9,8		
665	500	330	10,0						
700	530	350	10,6						
740	560	370	11,2	125	11,5				
790	590	400	11,85						
830	620	420	12,5					150	13,4
900	675	450	13,7						
1000	750	500	15,0			150	16,1		
1150	875	575	17,5	150	18,7				
1330	1000	665	20,0						
1500	1125	750	22,5						
1665	1300	835	25,0					200	28,2
2000	1500	1000	30,0			200	34,4		
2315	1750	1165	35,0						
2665	2000	1335	40,0	200	40,2				

③ Superficie equivalente de lluvia en colectores para agua de lluvia

NW	LW mm desv.válida 5%	J = 1:50 (2 cm/m) Q_r Q_m l/s válido	J = 1:66,7 (1,5 cm/m) Q_r Q_m l/s válido	J = 1:100 (1 cm/m) Q_r Q_m l/s válido	J = 1: NW/2 Q_s l/s válido	J = 1:NW Q_s l/s válido
100	100	6,3	5,4	4,5	–	–
125	155**	9,3	7,9	6,5	–	–
	125	11,5	9,8	8,1	–	7,2
150	150	18,7	16,1	13,4	–	10,7
200	200	40,2	34,4	28,2	–	19,9
250	250	–	–	–	45,8	32,2
300	300	–	–	–	67,7	47,7
(350)	350	–	–	–	94,4	66,3
400	400	–	–	–	125,6	88,0
500	500	–	–	–	201,6	142,4

Los valores superiores a los indicados no son válidos para conducciones en el interior de un edificio. Evitar los valores entre paréntesis. ** Desviación admisible 0 %.

④ Colectores horizontales para agua de lluvia y aguas negras

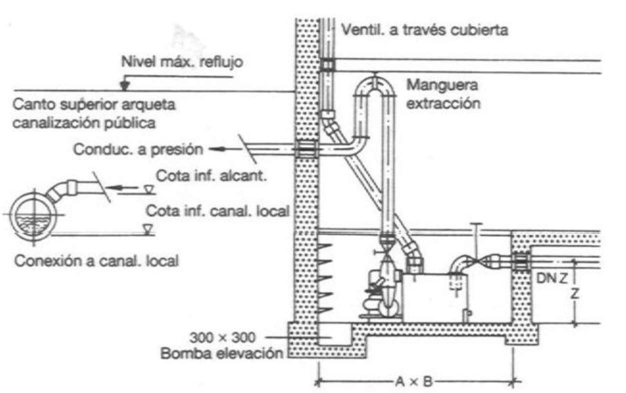
NORMAS FUNDAMENTALES
DESAGÜE DE EDIFICIOS Y TERRENOS

Tipo de superficie	Valor auxiliar ψ
Cubiertas inclinadas = 15°	1,0
Cubiertas planas con pendiente	0,8
Cubiertas planas sin pendiente	0,5
Cubiertas ajardinadas	0,3
Asfalto con juntas estancas, soleras de hormigón	0,9
Caminos peatonales adoquinados	0,6
Calles y caminos sin asfaltar	0,5
Pistas polideportivas	0,25
Jardines pequeños	0,35
Grandes jardines	0,10
Parques, huertos familiares	0,05
Parques junto a ríos o lagos	0,00

(1) Valores auxiliares de escorrentía para calcular la cantidad de agua de lluvia a desaguar Q_r

Material	DIN	Colect. aguas negras	Colect. agua de lluvia	Bajantes aguas negras	Bajantes agua de lluvia	Colector	Alcantarilla	Conducción ventilada	Conducción no combustible	Conducción difícilmente infl.
Piedra	1230	•	•						•	
Hormigón	4032		•						•	
Hierro de fundición	19501–10	•	•	•	•	•	•	•	•	
Acero	19530			•	•	•	•	•	•	
PVC	19531				•		•	•		•
PVC	19531			•	•	•		•		•
PVC	19534	•	•							•
PE duro	19535			•	•	•	•	•		•
PP	19561			•	•	•	•	•		•
Fibrocemento	19831	•	•	•	•	•	•	•	•	
Fibrocemento	19850	•	•			•			•	
Hierro fundic., sin sold.		•	•	•	•	•	•	•	•	
Plomo	1263						•		•	

(2) Campo de aplicación de diferentes tuberías



	Rendi-miento	Altura elevación			Dimensiones en mm			DN_Z en mm
		3	7	14	A	B	Z	
Vivienda unifam.	m^3/h	47	12	–	1000	1000	450–500	100
Edif. plurifam.	m^3/h	64	22	–	1800	1300	700–850	125
Grandes complejos	m^3/h	144	100	18	2600	1950	800–900	150

(3) Estación elevadora

Agua de:	Separador
grandes cocinas, industrias cárnicas, lecherías y similares	Separador de grasas con recogedor de fangos según DIN 4041
fábricas de pelar patatas	Separador con recogedor de fangos
trenes de lavado de coches, talleres, depósitos de tanques, refinerías, etc.	Separador de gasolina con recogedor de fangos según DIN 1999
cuartos de calderas (gas-oil)	Barrera de gas-oil o separador de gas-oil según DIN 4043
laboratorios, talleres de galvanizado, industrias químicas y similares	Instalaciones de neutralización
hospitales y lugares donde existe o puede existir agua infectada	Equipos de desinfección de agua, térmicos o mediante cloro, según DIN 19520
ámbitos donde puede existir radioactividad	Equipos de descontaminación

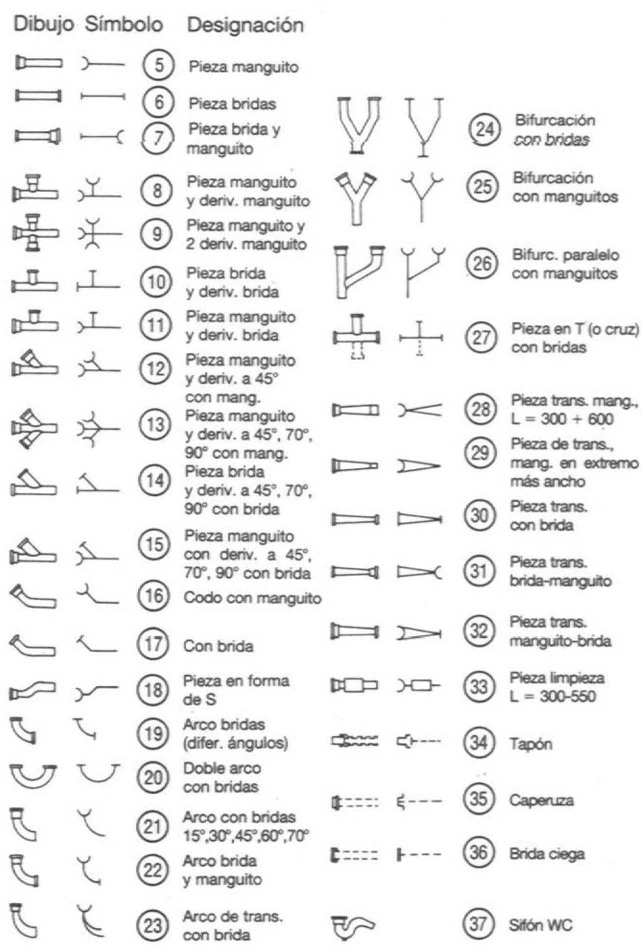
(4) Medidas para separar las materias nocivas

Conducción básica

Es la conexión desde el último tramo de la canalización situada en el terreno o cimentación hasta la alcantarilla.

Pendiente mínima fuera del edificio		1 DN	
dentro del edificio	hasta DN 100 DN 125 a 150 a partir de DN 200	1:50 1:66,7 1:0,5 DN	2 cm/m 1,5 cm/m

Tan pronto como la conducción básica abandona el edificio, se ha de proteger frente a posibles heladas. Según la situación topográfica a 0,80 m, 1,00 m, 1,20 m.

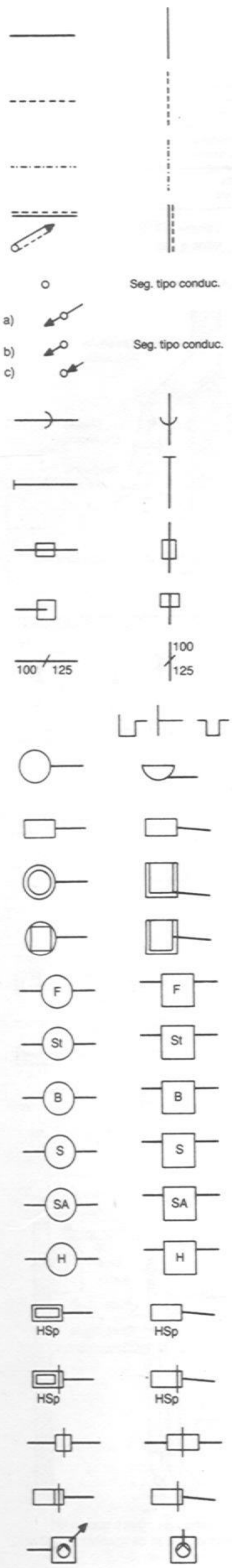


(38) Piezas especiales para tuberías

Símbolos para instal. de fontanería y evacuación de aguas residuales según DIN 1986, 2425

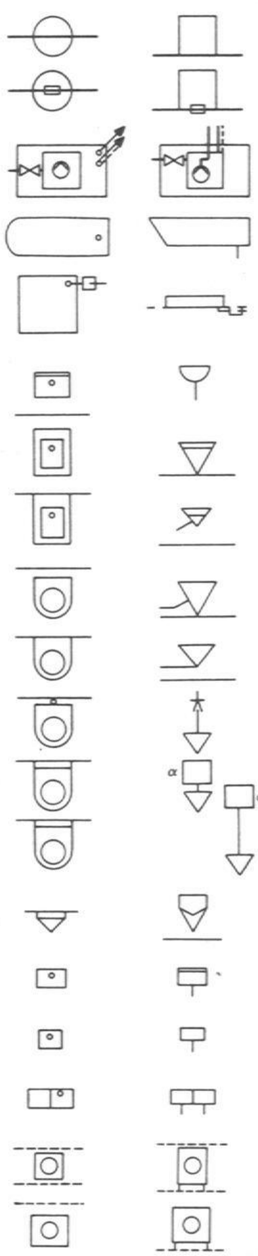
CONDUCCIONES DE SUMINISTRO DE AGUA Y DESAGÜE

Planta | Alzado | Denominación



1. Conduc. evac. aguas negras. Se indica valor DR de la presión
2. Conduc. evac. agua de lluvia. Se indica el valor DR de la presión
3. Conducción evacuación mixta
4. Conduc. ventilación. Punto inicio montante vertical
5. Bajante. Indicaciones a) pasante b) punto inicio, continúa hacia arriba c) finalización, viene de arriba
6. Tubería con manguito
7. Final tubería con brida ciega
8. Tubería de limpieza
9. Tubería extremo ciego
10. Cambio longitud nominal DIN 30600, hoja 580
11. Sifón
12. Sumidero sin sifón
13. Sumidero con sifón
14. Arqueta sin sifón
15. Arqueta con sifón
16. Separador de grasa
17. Separador de dextrina
18. Separador de gasolina
19. Recogedor de fangos
20. Separador de ácidos
21. Separador de fuel-oil
22. Cierre de gas-oil
23. Cierre de fuel-oil con dispos. contra reflujo
24. Cierre con dispositivo contra el reflujo
25. Sumidero en sótano con dispos. contra el reflujo
26. Bomba de elevación

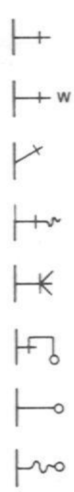
Planta | Alzado | Denominación



27. Arqueta de paso abierto
28. Arqueta de paso cerrado
29. Elevación de aguas negras
30. Bañera
31. Plato de ducha
32. Lavamanos
33. Bidé
34. suspendido de la pared
35. WC
36. suspendido de la pared
37. WC con fluxor
38. WC con tanque a) bajo, apoyado
39. b) bajo, suspendido c) a media alt., suspend. d) alto, suspendido
40. Urinario, suspendido de la pared
41. Lavadero, rectangular
42. Fregadero sencillo
43. Fregadero de dos senos
44. Lavadora Lavavajillas
45. Lavadora

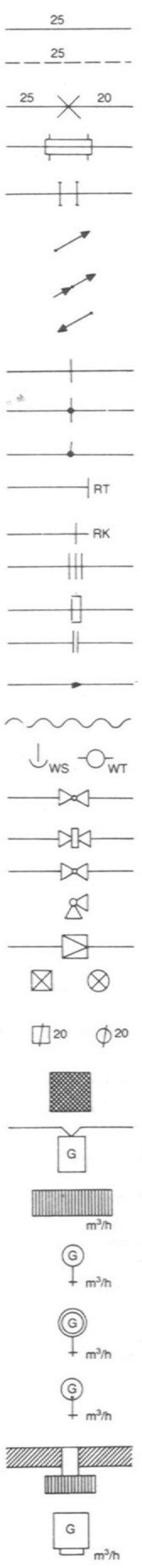


46. Depuradora pequeña de dos cámaras
47. Depuradora pequeña varias cámaras
48. Depur. pequeña varias cámaras
49. Depur. pequeña varias plantas
50. Pozo filtrante Pozo absor.
51. Boca incend. bajo suelo DIN 2425
52. Boca incend. sobre suelo DIN 2425
53. Boca riego DIN 2425



54. Grifo agua fría
55. Grifo agua caliente
56. Grifo giratorio agua fría
57. Grifo con rosca, tubo flexible
58. Fluxómetro
59. Válvula con flotador
60. Ducha
61. Ducha mano, tubo flexible

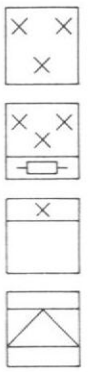
Símbolos para instalaciones de gas



(1) Canal. vista (con expresión de la long. nominal)
(2) Canal. empotrada (funda)
(3) Cambio de sección
(4) Acometida
(5) Disp. interrupción
(6) Tubería ascend.
(7) Tubería siempre ascendente
(8) Tubería descend.
(9) Cruce dos tuberías sin conexión
(10) Derivación en cruz
(11) Derivación en T
(12) Pieza T, limpieza
(13) Pieza K, limpieza
(14) Unión con rácor
(15) Unión roscada
(16) Unión con brida
(17) Unión con soldadura
(18) Unión flexible
(19) Sifón de purga
(20) Llave paso rosca
(21) Llave paso compuerta
(22) Llave de paso
(23) Llave en esquina
(24) Regulador presión
(25) Chimenea evacuación
(26) Conducto evacuación. Indicación diámetro
(27) Filtro
(28) Contador de gas
(29) Gener. aire caliente (indicación potencia)
(30) Calent. agua instantáneo (indicación potencia)
(31) Caldera mixta (indicación potencia)
(32) Calent. acumul. agua cal. (indicación de potencia)
(33) Radiador mural a gas
(34) Caldera a gas (indicación potencia)

gas = amarillo
agua fría = azul claro
agua caliente = rojo

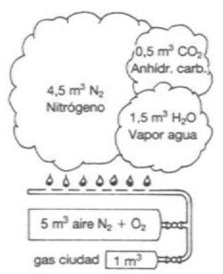
(35) Color conducciones



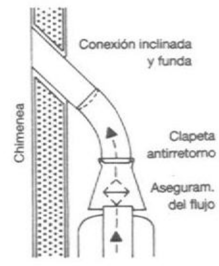
(36) Encimera (3 quemad.)
(37) Cocina con horno
(38) Frigorífico
(39) Bomba calor a gas

Aparato	Rend. calorif. kW	Consumo gas m³/h
Calentador de agua	8,8–28,1	1,14–3,62
Calent. agua con recircul.	9,5–28,4	1,23–3,67
Acumulador agua caliente	5,1–13,9	0,70–1,91
Estufa/ Caldera	2,6–60,3	0,34–7,79

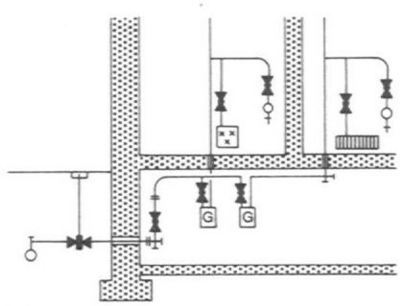
(40) Valores de conexión de los aparatos a gas



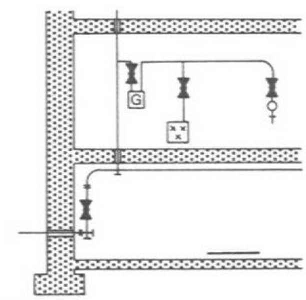
(41) Productos de combustión del gas



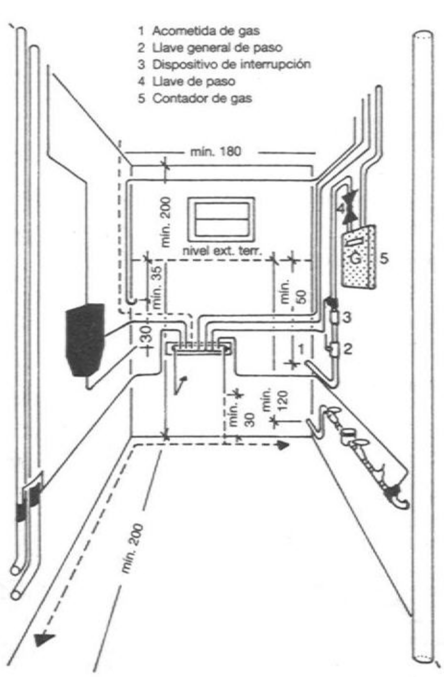
(42) Aseguramiento del flujo y clapeta antirretorno



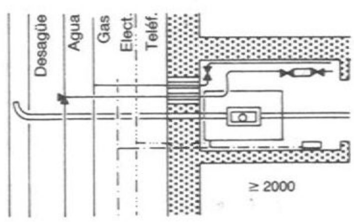
(43) Contadores en el sótano



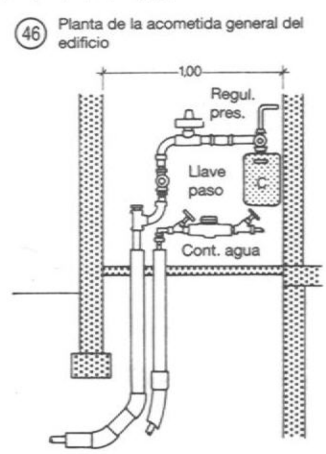
(44) Contadores en las plantas



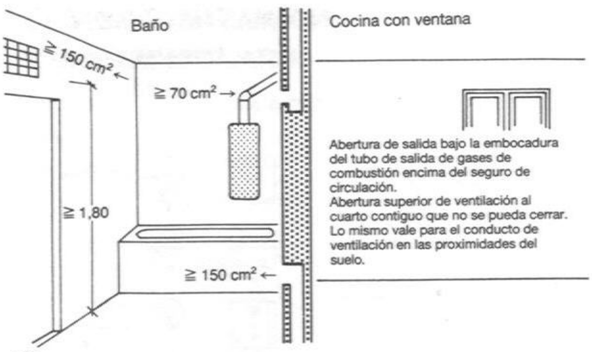
(45) C. general de acometidas, DIN 18012



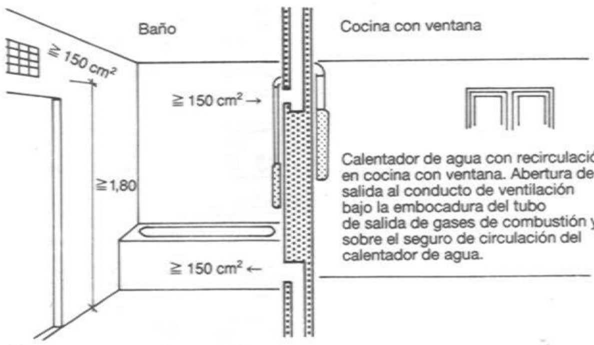
(46) Planta de la acometida general del edificio



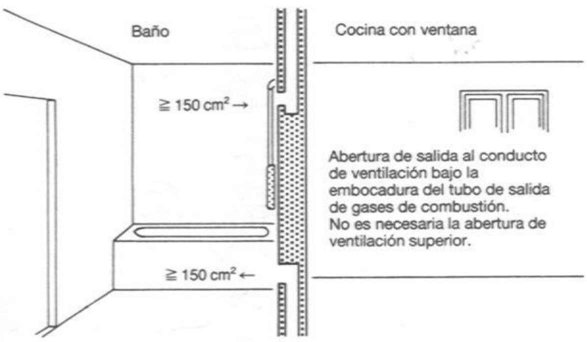
(47) Acometida de agua y gas en un armario de 2 m de anchura y 0,30 m de profundidad



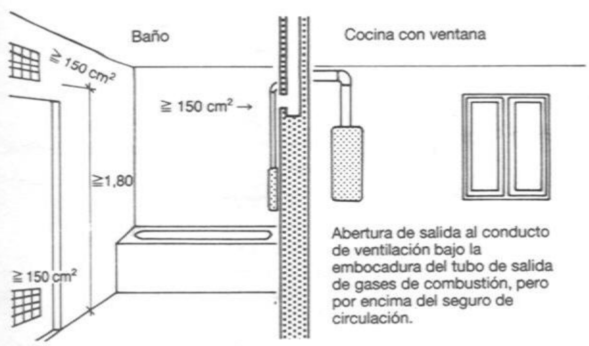
(1) Calentador de agua a gas en baño interior, ventilación sistema Colonia



(2) Calentador de aire a gas en baño interior, ventilación sistema Colonia



(3) Calentador de aire en baño interior, ventilación sistema Colonia. Es necesario 1 m³ de volumen por cada kW instalado



(4) Calentador de aire en baño int. Ventilación desde el cuarto contiguo

Superf. planta	Vol. altura 2,5 m	kW que se instalan	140 W/m	110 W/m	80 W/m²	40 W/m²
6 m²	15 m³	3,75 kW	27 W/m²	34 W/m²	47 W/m²	94 W/m²
8	20	5	36	45	63	126
10	25	6,25	45	57	78	156
14	35	8,75	63	80	109	218
16	40	10	71	91	125	250
18	45	11,25	80	102	141	282
20	50	12,5	89	114	156	312
22	55	13,75	98	125	172	344
24	60	15	107	136	188	376
26	65	16,25	116	148	203	406
28	75	17,5	125	160	219	438

(5) Tamaño y rendimiento de los calentadores a gas

NORMAS FUNDAMENTALES

Instalaciones de gas en la edificación DIN 18017 → 📖

Normas fundamentales

Los aparatos a gas sólo pueden colocarse cuando por su situación, tamaño de la habitación y forma de utilización no supongan ningún peligro. La instalación ha de estar autorizada por la compañía suministradora de gas.

La separación entre elementos constructivos de materiales combustibles y las caras exteriores que se calientan de los aparatos a gas o el elemento de protección frente a la radiación térmica, colocado eventualmente entre ambos, debe impedir el riesgo de incendio. La separación entre estos elementos constructivos y las caras exteriores que se calientan de los aparatos a gas tiene que ser superior a 5 cm.

Los espacios intermedios entre elementos constructivos y superficies exteriores que se calientan, así como entre un elemento de protección térmico y un aparato a gas no pueden construirse de manera que se almacene calor; la salida de los gases de combustión debe ser libre.

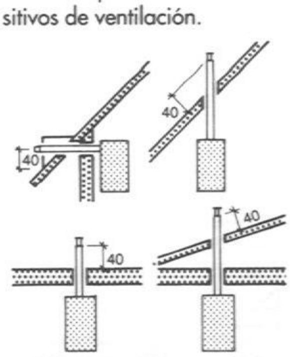
Los aparatos con cámara de combustión cerrada se han de colocar en cuartos con aberturas de ventilación arriba y abajo y con una superficie libre de paso ≧ 600 cm². Estas aberturas se han de practicar según las indicaciones escritas y gráficas del fabricante del aparato. El revestimiento del aparato ha de guardar una separación lateral y frontal ≧ 10 cm con la superficie del quemador.

Los aparatos sin conexión directa con un conducto de evacuación han de estar lo más cerca posible de la chimenea.

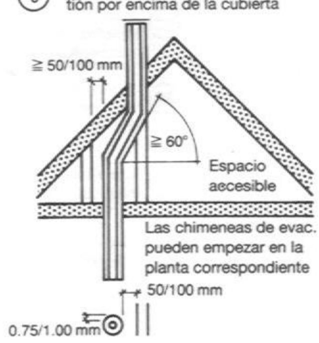
El cálculo del volumen de aire y de la sección de ventilación mínima de la habitación donde se coloca un aparato a gas, se realiza a partir de la carga calorífica nominal de cada uno de los aparatos.

En los cuartos con ventilación, de acuerdo con la norma DIN 18017, el volumen se calcula a partir de las dimensiones de la obra acabada.

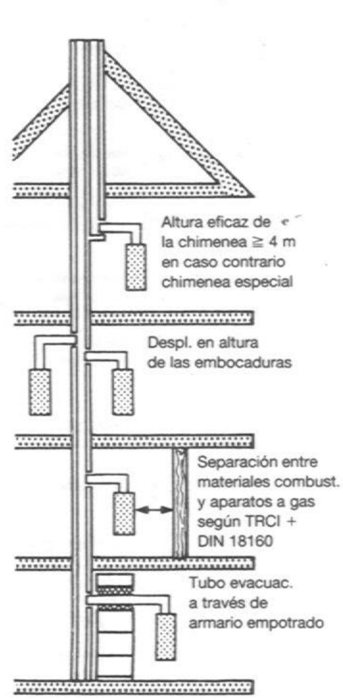
Pequeños calentadores de agua (calentadores instantáneos). En locales de hasta 5 m³ de volumen no pueden colocarse estos calentadores; en cuartos de 5 a 12 m³, además de evacuar los gases de combustión a través de un conducto han de tener dispositivos de ventilación. En los de 12 m³ hasta 20 m³ ha de existir un dispositivo de ventilación, o conducir los gases de combustión del calentador directamente a un conducto de evacuación; a partir de 20 m³ se pueden instalar sin conductos de evacuación ni dispositivos de ventilación.



(6) Ejemplos de conductos de extracción de gases de combustión por encima de la cubierta



(7) Chimenea de evacuación



(8) Conexiones a la chimenea de evacuación

Aparatos eléctricos

1. Aparato eléct. en general
2. Cocina eléct. tres placas
3. Cocina eléct. con elemento carbón
4. Cocina eléct. con horno
5. Horno
6. Horno microondas
7. Grill infrarrojos
8. Placa calent.
9. Lavaplatos
10. Robot de cocina
11. Nevera, n.° estrell. según DIN 8950-2.ª
12. Congelador, n.° estrell. según DIN 8950-2.ª
13. Acondicion. de aire
14. Calent. agua en general
15. Acumulador agua caliente
16. Calentador
17. Freidora
18. Extractor
19. Generador, en general
20. Motor, en general
21. Motor, indicación tipo protec. según DIN 40050 (p 22)
22. Secador de manos
23. Lavadora
24. Secadora
25. Radiador infrarr.
26. Calefacción, en general
27. Acumulador de calor
28. Cristal transpar. calentado eléctr.
29. Luz en general
30. Luz indicación del n.° lámparas y potencia, p.e. 5 luces de 60 W (5 × 60)
31. Luz móvil
32. Luz con interruptor
33. Luz con puente de corriente para baterías
34. Luz graduable
35. Luz de alarma
36. Luz de emergencia
37. Proyector
38. Luz con filamento suplementario de emergencia
39. Luz con 2 filamentos separados
40. Luz para lámparas descarga acces.
41. Luz para varias lámparas descarga (3)
42. Luz lámparas fluorescentes
43. Fluorescentes, p.e. 3 lámparas de 40 W (40 W)
44. Fluorescentes, p.e. 2 lámparas de 2 × 65 W (65 W)

Aparatos de señales y radio

45. Aviso conserje, p.e. con aliment. de seguridad
46. Alarma vibración (péndulo cajas de caudales)
47. Alarma óptica
48. Alarma incendios pulsador
49. Alarma incendios automática
50. Alarma policía
51. Alarma incend. reloj temporiz.
52. Alarma incend. termofusible
53. Alarma automática temperatura
54. Alarma aux. automática incendios
55. Cerradura seguridad
56. Centralita alarmas incendios
57. Alarma óptica automática, p.e. célula fotoeléctrica
58. Reloj auxiliar
59. Reloj principal
60. Reloj principal de señales
61. Amplificador (flecha indica sentido de amplificación)
62. Tlf., en general, según DIN 40700-10.ª
63. Tlf. varias líneas, p.e.·
64. Tlf. llamadas internac.
65. Tlf. llamadas nacionales
66. Tlf. llamadas urbanas
67. Altavoz
68. Radio
69. Televisor
70. Intercom. consecutivo, ambos sentidos
71. Intercom. simultáneo, ambos sentidos
72. Centralita interfonos
73. Apert. eléct. puerta
74. Luz emergen. Lámp. señales Señal óptica
75. Timbre
76. Cuadro timbres con rótulos
77. Micrófono
78. Auricular
79. Distrib. princ. aparatos señales (HV t)
80. Derivación empotrada (Vz)
81. Derivación vista (Vz)
82. Bocina, en general
83. Bocina indicación tipo corrien.
84. Interfono vivienda
85. Interfono conserjería
86. Dictáfono
87. Grabadora
88. Pletina
89. Central llamadas
90. Contador automático
91. Cuadro contad., p.e. con una protección (10 A)
92. Reloj conmut., p.e. cambio tarifa diurna a nocturna
93. Alarma temperatura
94. Relé, p.e. para alumbrado escalera
95. Relé intermit. Interrup. tempor.
96. Conmutador corriente
97. Relé frecuen. tonal
98. Conmutador frecuen. tonal
99. Timbre, en general
100. Timbre, indicación tipo corriente
101. Gong, campana
102. Timbre conexión seguridad
103. Timbre con reloj
104. Timbre motor
105. Timbre sin parada automát.
106. Timbre señal óptica
107. Bocina
108. Zumbador
109. Sirena, en general
110. Indicación tipo corriente
111. Indicación tipo frecuencia, p.e. 140 Hz (140)
112. De frecuencia variable, p.e. entre 150 y 270 Hz (150/270)

Corriente eléctrica DIN 40710

1. Corriente cont.
2. A — Corriente alterna
3. 2 kHz — Con indicación frecuencia
4. T — Corriente alt. industr.
5. Corrient eléct., en general
6. Corriente mixta
7. Corriente alt., frec. baja
8. Corriente alt., frec. media
9. Corriente alt., frec. alta

Puntos apoyo líneas eléctricas al exterior, DIN 40722

10. Línea eléct., en general
11. Línea eléct. subterr.
12. Punto apoyo, poste
13. Poste tensión
14. Poste madera
15. Soporte cubierta o fachada edificio
16. Poste tensión
17. Poste acero, en general
18. Poste tensión
19. Poste hormig. armado
20. Poste tensión
21. Poste con pie
22. Poste doble
23. Poste en H, transversal
24. Poste porticado de acero
25. Poste en A, longitudinal
26. Punto apoyo, anclaje tensión
27. Punto apoyo con cruceta
28. Poste con luz

Líneas y conexiones

29. Realizada
30. En construcción
31. Proyectada
32. Línea movible
33. Línea enterrada
34. Línea al exterior
35. Línea sobre porcelana (camp. aislantes)
36. Línea en revoque
37. Línea en revoque
38. Línea bajo revoque
39. Línea aislada en conducto instal.
40. (t) — Línea aislada para lugares secos
41. (f) — Línea aislada para lugares húmedos
42. (k) — Línea aislada para exterior

Líneas, caracterización y aplicación

43. Línea protec., p.e. para puesta a tierra
44. Línea señales
45. Línea telefónica
46. Línea radio
47. Línea caracterís. especiales
48. 3 — Represent. simplificada
49. Represent. opcional línea de protección (PE)
50. Represent. opcional de línea PEN
51. Representación opcional
52. Cu 20 × 4 — Raíl electrificado
53. Línea ajena
54. Otras posibilidades de represent., p.e. telefonía, alumbrado de emergencia, intermitente, nocturno
55. Línea múltiple, p.e. bifásica
56. Línea coaxial
57. Regulador puntas frecuencia
58. Línea que va hacia arriba
59. Línea que va hacia abajo
60. Línea continua hacia arriba y hacia abajo
61. Derivación
62. Caja derivación, en caso de necesidad
63. Caja
64. Cierre final Derivación final
65. Caja conexión, en general
66. P 33 — Caja conexión, indicación tipo protección
67. Distribución
68. Armario, o marco aparatos, p.e. cuadro interruptores
69. Puesta a tierra, en general
70. Conexión líneas protec., según VDE 0100
71. Masa
72. Acumulador o batería
73. 220/5 V — Transformador, p.e. de timbre
74. Convertidor, en general
75. Rectif. corriente, p.e. conexión a línea de c.a.
76. Alternador, p.e. conmut. de polos
77. Protección, en general
78. D II / 10 A — Protección, p.e. 10 A y tipo D11, tripolar
79. 00 / 25 A — Protec. sobreten. en la red (NH), p.e. 25A tamaño 00
80. 63 A — Interrup. protec., p.e. 63 A, tripolar
81. 10 A — Interrup., p.e. 10 A, tripolar
82. Interrup. protec. de falta de corriente, cuatripolar
83. Interrup. protección potencia
84. Interrup. protección motor, tripolar
85. Relé exceso corriente, p.e. interrup. prioridad
86. Interruptor emergencia
87. Interruptor, en general
88. Interrup. con luz control
89. Interrup. estrella triangular
90. 5 — Conmutador, p.e. cinco posiciones
91. Interrup. pulsador
92. Interrup. pulsador con luz
93. Interrup. 1/1 (desconect. unipolar)
94. Interrup. 1/2 (desconect. bipolar)
95. Interrup. 1/3 (desconectador, tripolar)
96. Interrup. 4/1 (agrupado, unipolar)
97. Interrup. 5/1 (en serie, unipolar)
98. Interrup. 6/1 (conmutador, unipolar)
99. z — Conmutador tracción
100. Interrup. 7/1 (en cruz, unipolar)
101. t — Interrup. temporizado
102. Relé de tiempo, p.e. para escaleras
103. Interrup. sobretensión
104. Accionamiento aproximación
105. Accionamiento contacto
106. Interruptor aproximación
107. Interrup. contacto
108. Dimmer
109. Base enchufe sencilla
110. Base enchufe vacía
111. Base enchufe doble
112. 3 — Base enchufe múltiple
113. Base enchufe protec. contacto
114. 3/Mp — Base enchufe c.a.
115. Base enc. doble protec. contacto
116. Base enc. interruptor
117. Base enc. tapa seguridad
118. Represent. opcional
119. Base enchufe transf. separ.
120. Base teléfono
121. Base antena
122. Clavija contacto
123. Clavija contacto con protección

Telegrafía DIN 40700

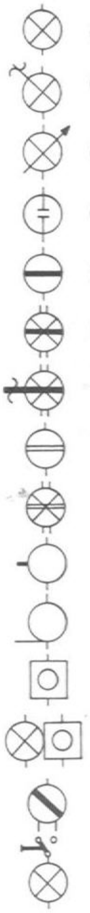
124. Telerregistrador
125. Telerregis. de páginas, con teclado
126. Telerregis., sólo para recepción
127. Telerregis. de bandas, con teclado
128. Transmisor, bandas perforadas
129. Receptor, bandas perforadas
130. Teclado, bandas perforadas
131. Dispositivo conexión código

Telefonía

132. Centralita telefónica BL, BL = bat. local
133. Centralita telefónica BC, BC = bat. central

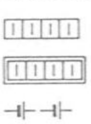
INSTALACIONES ELÉCTRICAS DIN 40708, 48820

Alar. ópticas DIN 40708



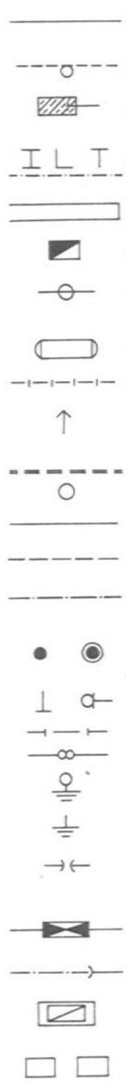
1. Alarma óptica
2. Alar. ópt. intermitente con indicación dirección
3. Alar. óptica de intens. graduable
4. Alar. óptica con lámp. fosforescente
5. Alar. con indicador retroceso automático
6. Alar. ind. luminoso retroceso automático
7. Alar. ind. intermit., retroceso automático
8. Alar. con ind. sin retroceso automático
9. Alar. con ind. luminoso, sin retroceso automático
10. Alarma dispos. de carga
11. Alarma con registro gráfico
12. Contador
13. Contador con alarma óptica
14. Alarma múltiple
15. Alarma de desconexión

Baterías



16. Batería pilas
17. Batería de acumuladores, 4 celdas
18. Pila, acumulador

Pararrayos DIN 48820



20. Límite edificio
21. Canalones y bajantes
22. Hormigón armado con conexión
23. Estruct. acero, perfiles metálicos
24. Cubierta metálica
25. Chimenea
26. Soporte en cub. para líneas eléctr.
27. Dilatación, contenedor
28. Rej. barrera nieve
29. Antena
30. Tuberías metálicas
31. Conducción pararrayos
32. Conducciones enterradas
33. Conducciones empotradas
34. Elemento captación Poste
35. Conexión a tuberías
36. Punto separ.
37. Barra puesta a tierra
38. Puesta a tierra
39. Tramo punto separación
40. Derivación sobretensión
41. Conducción por cubierta
42. Hueco
43. Contenedor agua, contador gas

Aparato eléctrico	Potencia (kW) C. alterna	C. continua
Cocina eléctrica		8,0 . . . 14,0
Hornillo		6,0 . . . 8,5
Horno empotrado		2,5 . . . 5,0
Microondas	1,0 . . . 2,0	
Aparato de grill	0,8 . . . 3,3	
Tostadora/Placa de calentamiento	0,9 . . . 1,7	
Licuadora/Amasadora	0,2	
Cacerola eléctrica	1,0 . . . 2,0	
Barquillero eléctrico	1,0 . . . 2,0	
Cafetera	0,7 . . . 1,2	
Freidora	1,6 . . . 2,0	
Campana extractora	0,3	
Infiernillo 3 l/5 l	2,0	
Acumulador agua caliente 5 l/10 l/15l	2,0	
Acumulador agua caliente 15 l/30 l		4,0
Acumulador agua caliente 50 l/150 l		6,0
Termo-acumulador 30 l/150 l		21,0
Calentador		18,0/21,0/24,0
Acumulador eléctrico 200 l/1000 l		2,0 . . . 18,0
Plancha	1,0	
Planchadora	2,1 . . . 3,3	
Centrifugadora	0,4	
Lavadora-secadora	3,2	
Lavadora	3,3	7,5
Secadora	3,3	
Secador de pelo	0,8	
Secador de manos	2,1	
Secador de toallas	0,6	
Humidificador de aire	0,1	
Radiador de infrarrojos	0,2 . . . 2,2	
Solarium	2,8	4,0
Sauna	3,5	4,5 . . . 18
Radiador de baño	1,0 . . . 2,0	
Nevera	0,2	
Congelador	0,2	
Nevera-congelador	0,3	
Lavaplatos	3,5	4,5
Lavavajillas	3,5	5,0
Aspirador	1,0	
Sacudidor de alfombras	0,6	
Limpiazapatos	0,2	
Taladrador eléctrico	0,5	

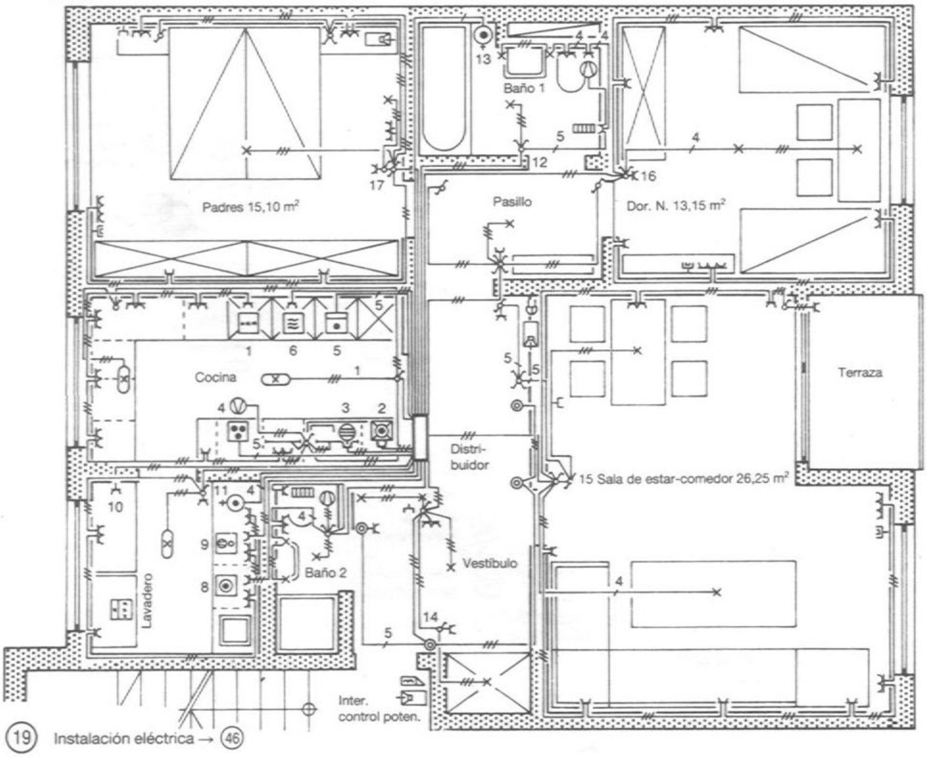
(44) Potencia de los aparatos eléctricos

Superficie vivienda m²	Número de fases para alumbrado y bases de enchufe
hasta 50	2
entre 50 y 75	3
entre 75 y 100	4
entre 100 y 125	5
más de 125	6

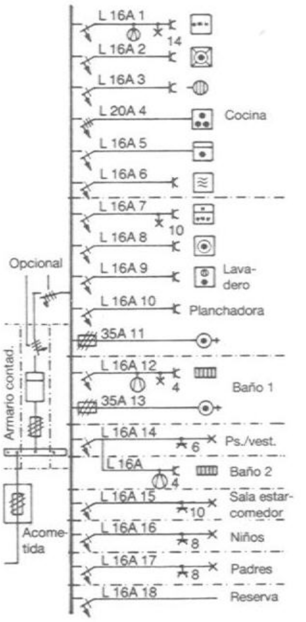
(45) Según DIN 18015/2

Superficie vivienda m²	Número de fases para alumbrado y bases de enchufe
hasta 45	3
entre 45 y 55	4
entre 55 y 75	6
entre 75 y 100	7
más de 100	8

(45) Equipamiento elevado



(19) Instalación eléctrica → (46)



(46) Distribución eléctrica

Instalación antirrobo

1. Contacto cerradura
2. Contacto abertura
3. Contacto magnético
4. Alarma vibración
5. Contacto pendular
6. Inter. filamento
7. Lámina
8. Alarma entrada
9. Alarma presión/ estera contacto
10. Alarma rotura vidrio
11. Alarma impacto
12. Alarma pasiva de infrarrojos
13. Barrera de luz
14. Alarma luminosa
15. Alarma cuadro
16. Alarma doppler de microondas
17. Barrera microondas
18. Alarma modificac. campo de F.A.
19. Alarma modificac. campo de F.B.
20. Alarma modificación campo capacitancia
21. Barrera de F.A.
22. Alarma doppler de ultrasonidos
23. Barrera de ultrasonidos
24. Contacto billetes banco
25. Alarma embestida
26. Disposit. conex. electromecánico
27. Disposit. conex. con código
28. Disposit. conex. temporizador
29. Disposit. conex. luminoso
30. Avisador acústico
31. Avisador óptico
32. Relé conexión
33. Disposit. conex. a distancia
34. Proyector alarma

Detectores de fuego

35. Detector temp. máxima
36. Detector dif. temperatura
37. Detector de humos
38. Detec. ionización de humos
39. Detec. IR llamas
40. Detec. UV llamas
41. Pulsador alarma (accionamiento Sprinkler)
42. Pulsador alarma
43. Relé conexión
44. Armario llave para bomberos

Centralitas/accesorios

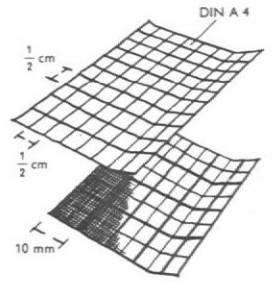
45. ÜEM — De aviso intromisión/agresión
46. 3M — De aviso incendio
47. ZK — De control accesos
48. FÜ — De control por cámaras TV
49. LD — De detección robos tiendas
50. WS — De interfonos
51. TÖ — De abertura puertas
52. Permutador
53. Dispositivo transmisión
54. Transformador analógico-digital
55. Rectificador corriente
56. Acumulador
57. Interfono automático
58. Disposit. registro Pulsador
59. Relé conexión
60. Acoplador a la red digital
61. Transf. analógico-digital acoplador a la red sentido flujo
62. Monitor datos
63. Teclado
64. Edificación
65. Edificación vigilada
66. Distribuidor vigilado

Vigilancia con cámaras TV

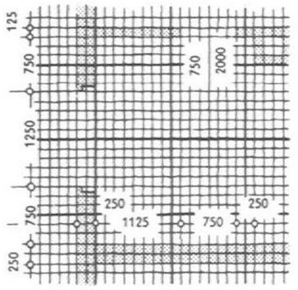
67. Cámara TV
68. Cámara TV con objetivos
69. Caja protección para cámara TV
70. Caja protección con cabezal móvil
71. Cámara TV con cabezal móvil
72. Cámara TV con avisador movim.
73. Monitor
74. Teclado Selec. de imágenes
75. Monitor conexión imágenes dependiente señal vídeo

Control de accesos

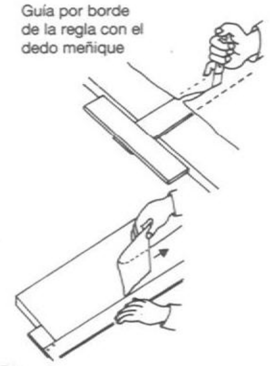
76. Lector tarjetas de identificación
77. Lector «stand alone»
78. Lector «on line»
79. Lector solicitud adicional código
80. Lector «stand alone» solicitud adic. código
81. Terminal de datos con teclado
82. Esclusas para personas
83. Puerta girat. en cruz
84. Puerta giratoria
85. Puerta cerradura eléctrica
86. Puerta apertura eléctrica
87. Claraboya
88. Reja seguridad
89. Roseta seguridad
90. Placa rectangular de seguridad
91. Dispos. seguridad vent. oscilobatientes
92. Cerrad. en cruz
93. Cerrad. pestillo girat.
94. Cerrad. con pestillo
95. Gancho en cara post.
96. Disp. seg. en pers. arrollables
97. Disp. seg. en pers. abatibles
98. Oclusión coercitiva de más de una persona
99. Disp. seg. en manetas ventanas
100. Placa de seg. en cerradura
101. Cerradura doble pestillo
102. Disp. seg. en reja, sótano
103. Cerradura cilindro
104. Disp. seg. en puerta elevación
105. Valla
106. Cerca alambre espinoso
107. Valla maciza, enrejado
108. R — Puerta enrollable con candado
109. SR — Puerta enrollable de acero
110. GR — Enrejado enrollable o de ballesta
111. G — Caja fuerte
112. VSG — Cristal seguridad



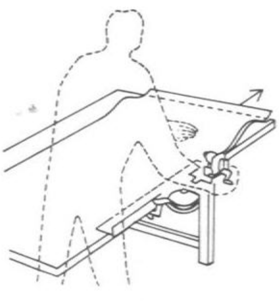
(1) Papel de croquis



(2) Papel milimetrado (cuadrícula Bauwelt)



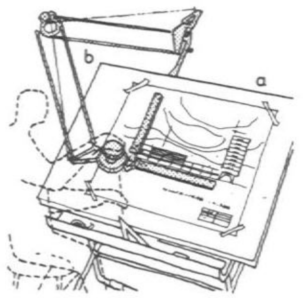
(3) Cortar papel



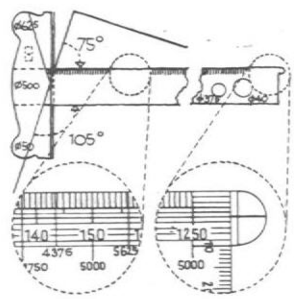
(4) Reforzar el borde de los planos



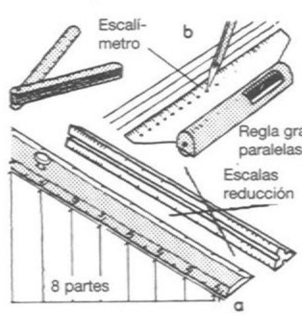
(5) Mesa de dibujo



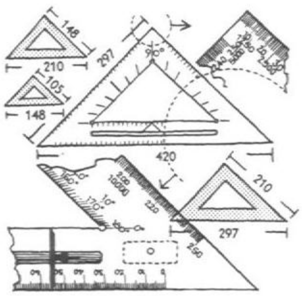
(6) Tecnígrafo



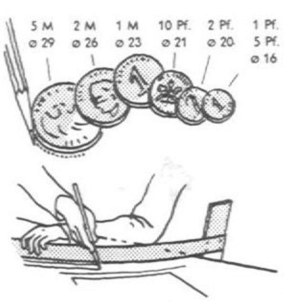
(7) Regla especial



(8) Reglas



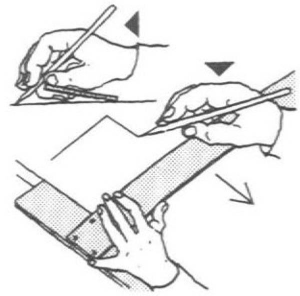
(9) Escuadras



(10) Medios auxiliares



(11) Plantillas de curvas



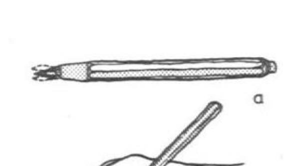
(12) Regla T



(13) Medios auxiliares



(14) Ayuda para rayados



(15) Posición correcta de los dedos

DIBUJAR

El lenguaje del proyectista es el dibujo, con el que se expresa de una manera comprensible y universal. Mediante dibujos geométricos destinados a otros profesionales o con perspectivas dirigidas al profano, el dibujo le facilita representar sus ideas y convencer a sus clientes.

Para el arquitecto, los dibujos son un medio y no un fin.

Para dibujar a mano alzada a escala se pueden emplear cuadernos (formato DIN A4) de papel cuadriculado (tamaño de los cuadrados 1/2 cm) → (1) y papel milimetrado que marque el centímetro en trazo grueso, el medio centímetro en trazo débil y más débil aún el milímetro (p.e., cuadrícula Bauwelt con líneas de mayor grosor cada 10 mm) para dibujar croquis más precisos → (2).

Para dibujar a mano alzada con lápices blandos también pueden emplearse papeles transparentes. De los rollos de papel sulfurizado se pueden obtener hojas del tamaño deseado cortándolas con una cuchilla o estirando el papel a lo largo de una regla de dibujo → (3). Los planos deben dibujarse con lápices duros en papel transparente suficientemente rígido, de formato DIN → p. 4 y con los bordes protegidos → (4). Deben guardarse en armarios con cajones.

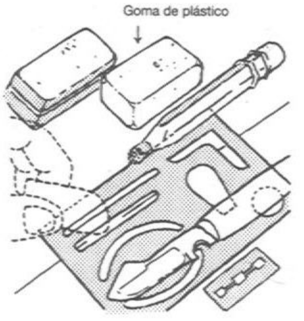
Para dibujar a tinta se emplea papel vegetal y para pintar perspectivas con acuarelas, papel resistente al agua. Las hojas se fijan sobre el tablero de dibujo para formatos DIN → p. 4 con chinchetas de dibujo con la punta adecuada → (5). Doblar primero una franja a la izquierda de unos 2 cm de anchura, que al final servirá como margen del dibujo → p. 5 y que además levanta la regla un poco del papel y evita que se ensucie el dibujo al mover la regla. (¡Es preferible dibujar de arriba a abajo!)

La hoja de dibujo también puede engancharse con cinta adhesiva → (6). Los ingenieros suelen emplear un tecnígrafo para dibujar → (6), mientras que los arquitectos suelen utilizar un paralex o una regla en forma de T → (12).

Además, existe una regla especial de dibujo que permite construir diferentes ángulos (patente del autor). Lleva una escala octamétrica y otra en cm → (7), juego de escalas, regla graduada de paralelas para realizar rayados y doble decímetro → (8). Escuadras con escala milimétrica y división en grados → (9). Medios auxiliares → (11). Plantilla de curvas → (11).

DIBUJAR

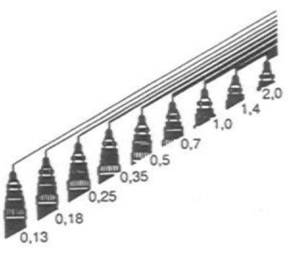
Las perspectivas hacen comprensibles las intenciones del proyectista y suelen ser más convincentes que muchas explicaciones. Las perspectivas deben corresponderse con la futura realidad. Las axonometrías pueden sustituir una perspectiva a vista de pájaro cuando se dibujan a escala ≦ 1:500 → ⑬. Las retículas perspectivas, con los ángulos usuales, también pueden emplearse para vistas interiores → ⑯. Recursos del dibujante: dibujo rápido y preciso de líneas perpendiculares, apoyándose sólo en la regla de dibujo, sin escuadra, → p. 22. Es imprescindible aguantar bien la regla y tener mucha práctica. Dividir una línea en partes iguales puede ser más fácil trazando una línea inclinada auxiliar → p. 22. Diferentes medios auxiliares para dibujar: portaminas para minas de 2 mm de diámetro de todas las durezas del 6B a 9H → p. 20; para borrar tinta: goma de vidrio, cuchilla de afeitar; para borrar grafito se han de emplear gomas blandas que no emborronen. En los dibujos con muchas líneas es conveniente emplear plantillas para borrar → ①. Para rotular se utilizan plantillas. Las leyendas es preferible escribirlas a mano alzada, pero en los planos técnicos también se suele rotular con plantillas de letras verticales o en cursiva → ②. La norma de escritura ISO 3098/I es muy parecida a la DIN 6776. → ② – ③



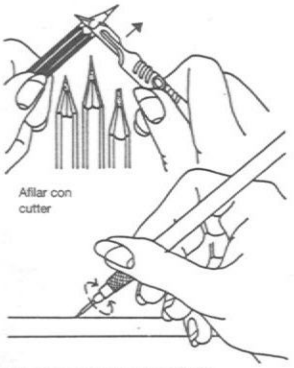
① Goma de borrar, plantilla, lápiz-goma, etc.



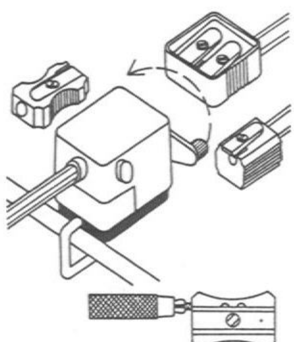
② Plantillas de letras



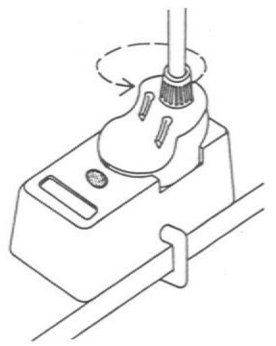
③ Plumas de tinta



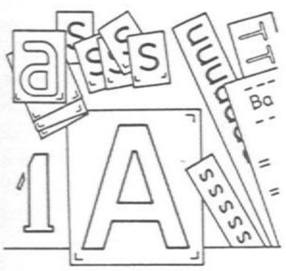
④ Conservar la mina afilada girando el lápiz



⑤ Sacapuntas



⑥ Sacapuntas automático



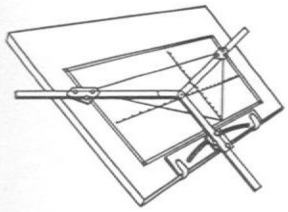
⑦ Letras autoadhesivas



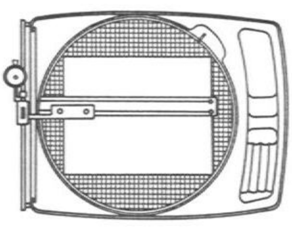
⑧ El tamaño de las letras se mide por puntos



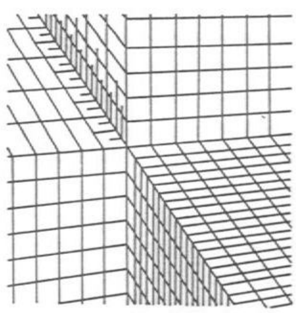
⑨ Máquina para rotular



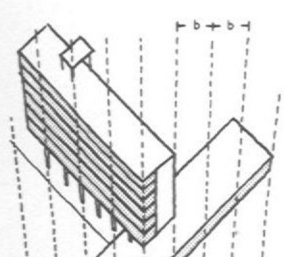
⑩ Pantógrafo para dibujar perspectivas



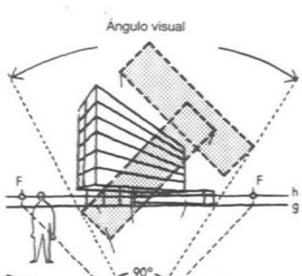
⑪ Tablero circular para dibujar perspectivas



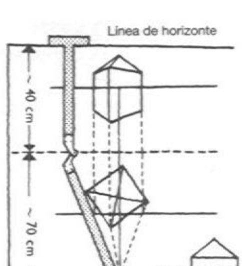
⑫ Base para dibujar perspectivas



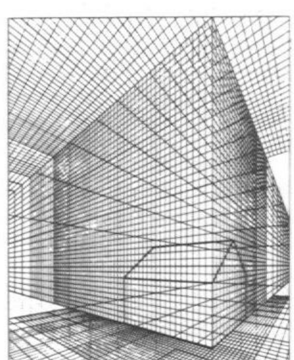
⑬ Axonometría



⑭ Método para dibujar perspectivas



⑮ Aparato Reile de perspectivas



⑯ Retícula perspectiva

INTRODUCCIÓN

EL HOMBRE COMO UNIDAD DE MEDIDA

El hombre realiza objetos para servirse de ellos, por eso las medidas están en relación con su cuerpo. Antiguamente sus extremidades eran la base lógica de todas las **unidades de medida.**

Aun hoy en día nos hacemos una idea más clara del tamaño de un objeto si nos dicen que mide tantos hombres de altura, tantos codos de longitud y tantos pies de anchura.

Éstos son conceptos innatos, cuya magnitud llevamos, por así decirlo, en las venas.

Pero la adopción del **metro** supuso el fin de las medidas antropométricas.
Por consiguiente necesitamos tener una idea precisa y clara de esta unidad. Esto es lo que hacen los promotores cuando miden los espacios de un edificio existente para hacerse una idea de las medidas de los planos. Aquel que quiera aprender construcción, debería empezar haciéndose una idea clara del tamaño de los espacios y de los objetos que contienen y practicar esta capacidad para que, al ver cualquier línea o acotación en un plano, sepa ver el tamaño real del mueble, espacio o edificio a proyectar.

Cuando al lado de un objeto vemos una **persona**, ya sea en un dibujo o en la realidad, en seguida nos hacemos una idea correcta de su tamaño. Es una característica de nuestra época mostrar sin personas los edificios y espacios interiores en las fotografías de las revistas especializadas.

A menudo, a partir de estas fotografías nos hacemos una idea equivocada del tamaño de estos edificios, y nos asombramos de lo diferentes que son en la realidad, generalmente más pequeños. Éste creo que es el motivo de la usual falta de relación entre los edificios, ya que los proyectistas parten de escalas diferentes y arbitrarias y no toman en consideración la única correcta, el hombre.

Si queremos que esta situación cambie, se ha de enseñar al **proyectista** de dónde han surgido las dimensiones, para evitar que las adopte de forma irreflexiva.

Tiene que saber en qué relación están las partes de una persona bien formada y qué espacio ocupa en diferentes posiciones y al moverse.

Tiene que saber qué medidas tienen los **objetos**, vestidos, etc., de los que se rodea el hombre, para que pueda fijarse el tamaño adecuado de los contenedores y muebles.

Ha de saber cuánto **sitio** necesita el hombre, entre los muebles, en la cocina, en una biblioteca, etc., para desarrollar sus tareas con comodidad, pero sin desperdiciar inútilmente el espacio.

Ha de saber cómo ha de situarse correctamente el **mobiliario**, para que las personas puedan desempeñar sus actividades domésticas y laborales con comodidad.

Por último, ha de saber cuáles son las dimensiones mínimas de los **espacios** en los que se desplaza a diario: trenes, tranvías, automóviles, etc.

De estos espacios, por lo general estrechos, tiene ideas claras y de ellos extrae, a menudo inconscientemente, las medidas que aplica al resto de los espacios.

Pero el hombre no es sólo un ser vivo que necesita espacio. Su faceta sensible es también muy importante. Cómo se dimensiona un espacio, cómo se subdivide, cómo se pinta y cómo se accede a él es de gran importancia pues condiciona la manera de cómo será percibido.

En 1926, partiendo de todas estas reflexiones, empecé a reunir las experiencias acumuladas a través de una larga actividad profesional y docente.

Basándome en ellas he construido el presente libro, que parte del hombre y proporciona las bases para dimensionar los edificios y sus elementos constructivos. Es la primera vez que muchas de estas cuestiones fundamentales se han analizado, desarrollado y valorado.

Las posibilidades que la técnica ofrece en la actualidad se han incorporado en todo su alcance, y se han tenido en cuenta las normas alemanas en el campo de la construcción. La descripción se ha limitado a lo imprescindible y, siempre que ha sido posible, se ha complementado o sustituido por dibujos ilustrativos.

Con ello, el proyectista dispone de forma concisa y ordenada, de la información que necesita para proyectar; información que, de otra manera, tendría que buscar trabajosamente en varias publicaciones o midiendo edificios ya construidos.

Se ha puesto especial énfasis en proporcionar sólo un resumen, los datos y experiencias más importantes y algunos edificios ya construidos que he considerado suficientemente representativos como modelo universal.

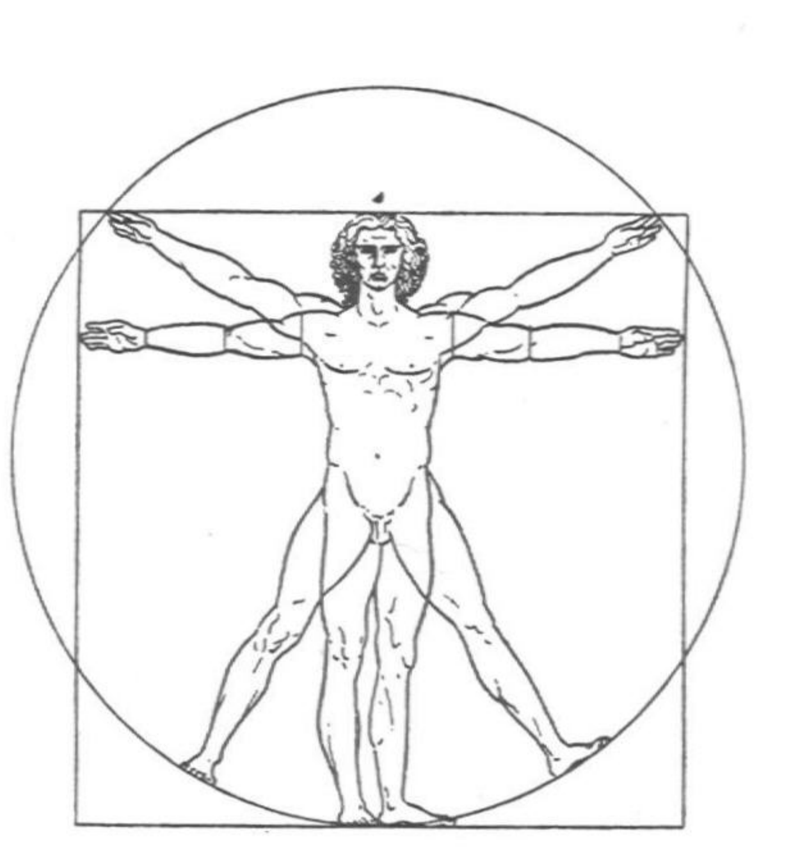
Por lo general, a excepción de determinadas normas, cada encargo es diferente y el arquitecto debería estudiarlo y analizarlo de manera específica y darle una nueva forma.

Sólo así es posible un progreso de acuerdo con el espíritu del tiempo.

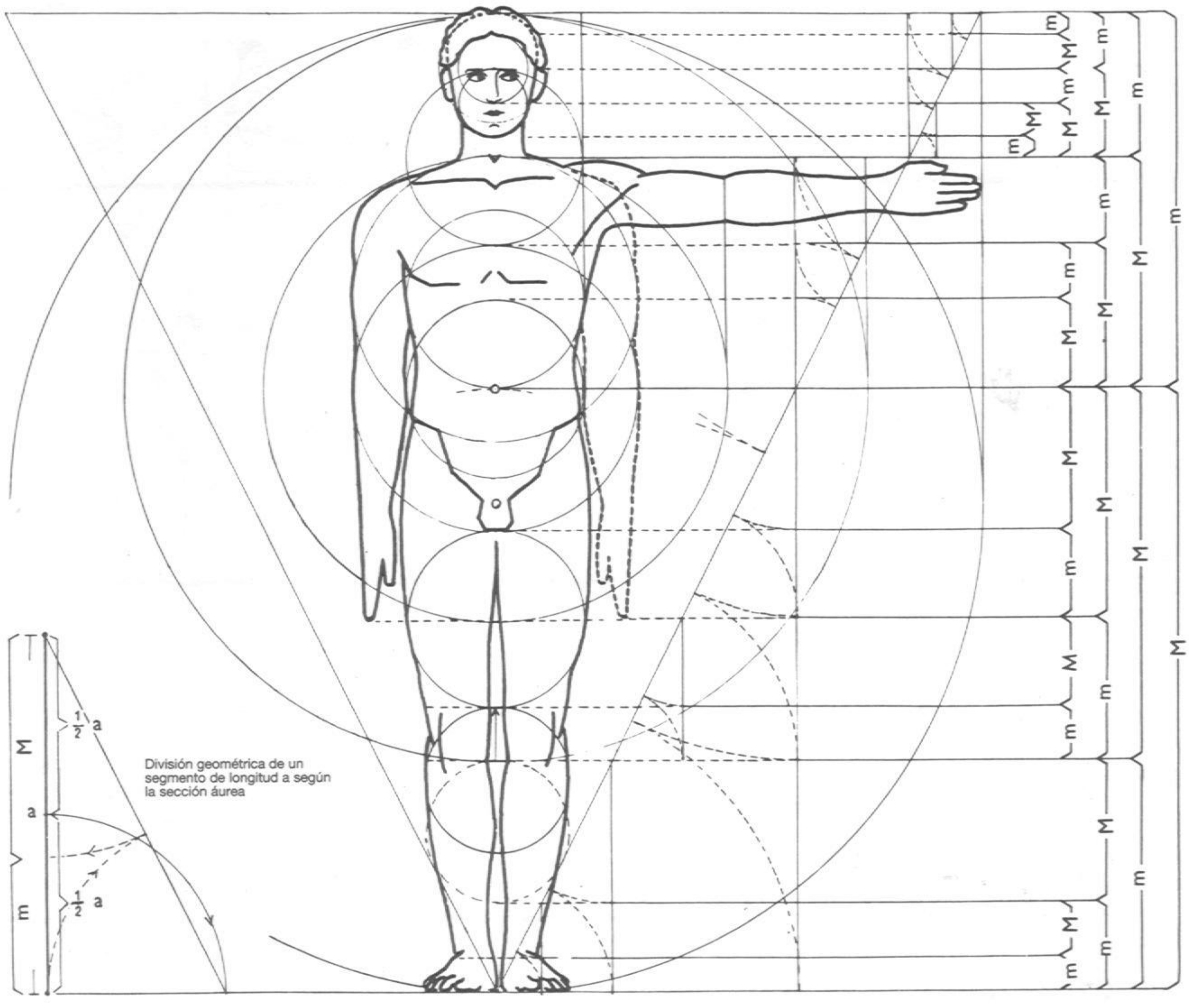
Las construcciones existentes conducen con facilidad a la copia o al menos crean ideas fijas, de las que el arquitecto, cuando se ocupa de una tarea parecida, sólo puede apartarse con dificultad.

Pero si al arquitecto creativo, tal como se pretende aquí, sólo se le facilitan los elementos básicos, se verá obligado a tejer él mismo la tela intelectual que establezca una unidad creativa en todas las facetas de su trabajo.

Por último, los elementos citados no se han extraído y reunido más o menos arbitrariamente a partir de una serie de publicaciones, sino que se han elaborado de forma sistemática a partir de la bibliografía existente y teniendo en cuenta los datos que son necesarios para cada tarea arquitectónica. Estos datos se han comprobado en edificios conocidos del mismo tipo y cuando ha sido necesario se han calculado mediante modelos y experimentos, siempre con el objetivo de ahorrar al proyectista toda esta búsqueda para que pueda dedicar tiempo suficiente al aspecto formal de su trabajo.



(1) Leonardo da Vinci: Canon de la proporción



Proporciones del cuerpo humano

Basadas en los estudios de A. Zeising → 🕮.

El canon más antiguo conocido sobre las proporciones del hombre se ha encontrado en una tumba de las pirámides de Menfis (aproximadamente 3000 años a.C.).
Por consiguiente, al menos desde aquella época, tanto científicos como artistas, se han interesado por el estudio de las proporciones métricas del cuerpo humano.
Conocemos el canon de la época de los faraones, el del tiempo de Ptolomeo, el de los griegos y romanos, el canon de Policleto —que durante tanto tiempo se tomó como modelo—, los datos de Alberti, Leonardo da Vinci, Miguel Ángel y de los hombres de la Edad Media y, sobre todo, la conocida obra de Durero.
En los trabajos citados, el cuerpo humano se mide comparándolo con la longitud de la cabeza, la cara o el pie, que más adelante se subdividieron y se relacionaron entre sí, de manera que llegaron a emplearse en la vida cotidiana. Hasta hace poco el codo y el pie aún eran unidades de medida corrientes.

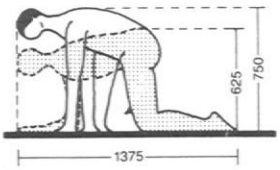
Los datos de Durero alcanzaron una gran difusión: parten de la altura del hombre y marcan las siguientes subdivisiones:

$\frac{1}{2}$ h = altura de la cabeza y el tronco desde la horcajadura,
$\frac{1}{4}$ h = altura de la pierna desde el tobillo hasta la rodilla y distancia del ombligo al mentón,
$\frac{1}{6}$ h = longitud del pie,
$\frac{1}{8}$ h = altura de la cabeza desde el canto inferior del mentón y distancia entre las tetillas,
$\frac{1}{10}$ h = altura y anchura de la cara (incluidas las orejas) y distancia entre la muñeca y el extremo del dedo corazón,
$\frac{1}{12}$ h = anchura de la cara a la altura de la base de la nariz y anchura de la pierna encima de la rodilla, etc.

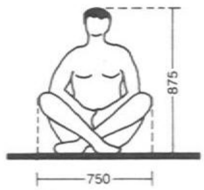
Las subdivisiones llegan hasta $\frac{1}{40}$ h.

En el siglo pasado, A. Zeising emprendió un amplio estudio de las proporciones del cuerpo humano basándose en la sección áurea. Por desgracia, sus trabajos no recibieron la debida atención hasta hace muy poco tiempo, cuando el conocido investigador en este campo, E. Moessel → 🕮, apoyó sus investigaciones en el método elaborado por A. Zeising.
Desde 1945, Le Corbusier empleó, en todos sus proyectos, las proporciones basadas en la sección áurea, agrupándolas en un sistema de medidas que denominó «Le Modulor» → 🕮. Sus unidades básicas son la altura del hombre = 1,829 m y la altura hasta el ombligo = 1,130 m. → p. 37

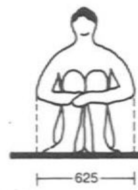
DIMENSIONES Y ESPACIO NECESARIO
(Según medidas promedio)



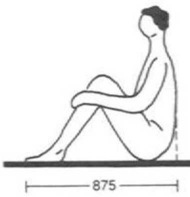
(1)



(2)



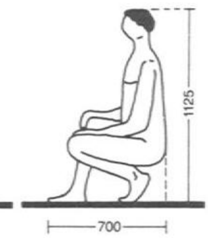
(3)



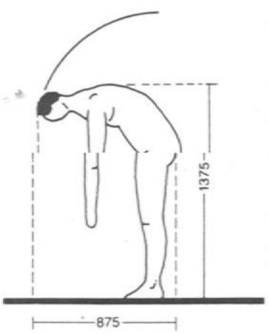
(4)



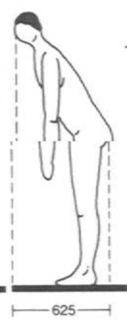
(5)



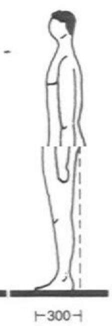
(6)



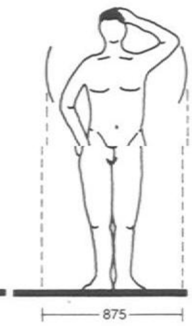
(7)



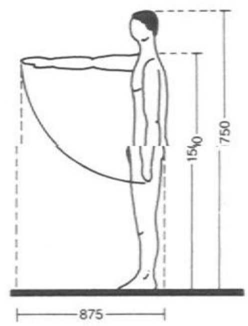
(8)



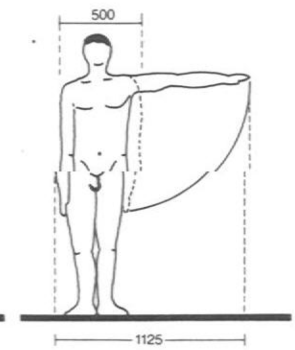
(9)



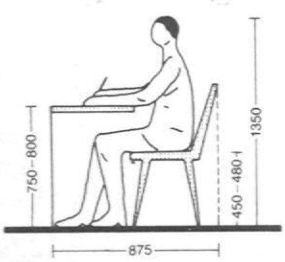
(10)



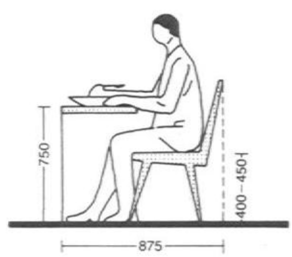
(11)



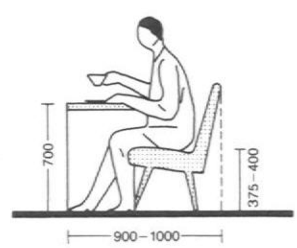
(12)



(13) Sentado en silla de trabajo



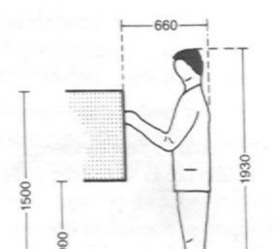
(14) Sentado en silla de comer



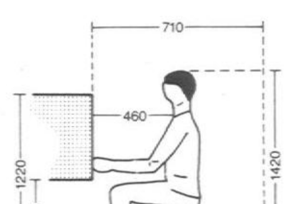
(15) Sentado en sillón pequeño



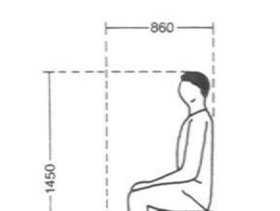
(16) Sentado en un sofá



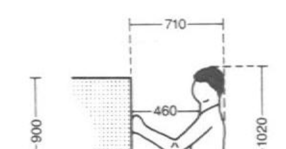
(17) Trabajando de pie



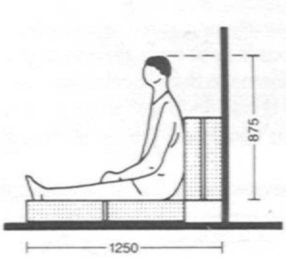
(18) De rodillas



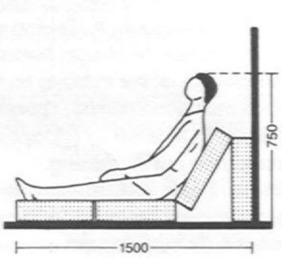
(19) Sentado



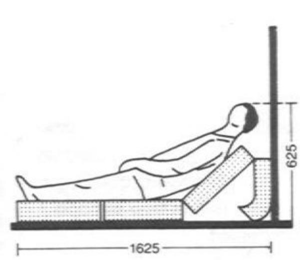
(20) Sentado en el suelo



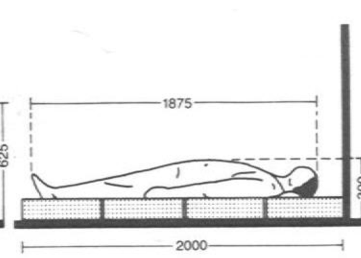
(21)



(22)



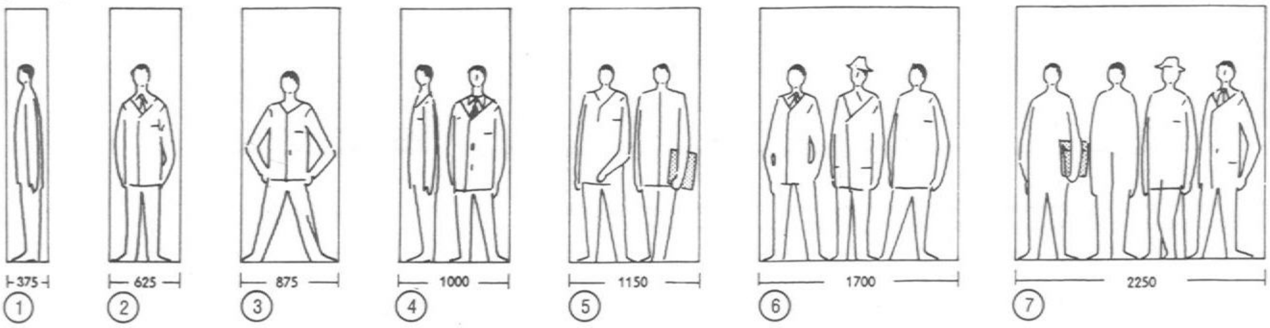
(23)



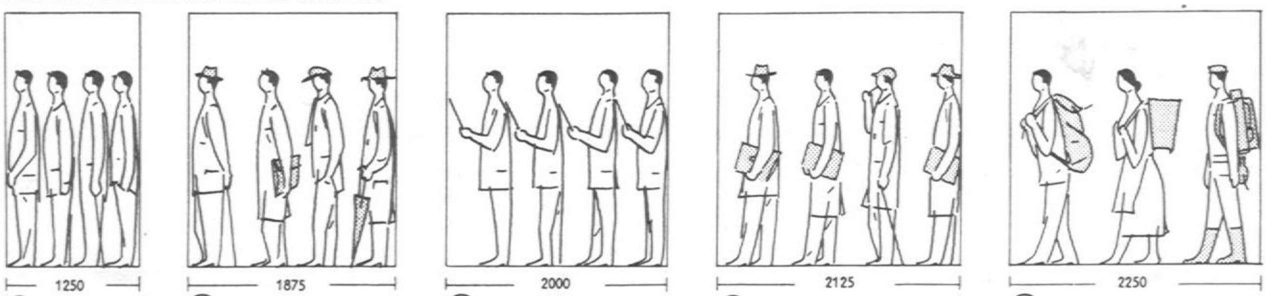
(24)

ESPACIO NECESARIO ENTRE PAREDES

para personas en movimiento, aumentar la anchura ≧ 10 %

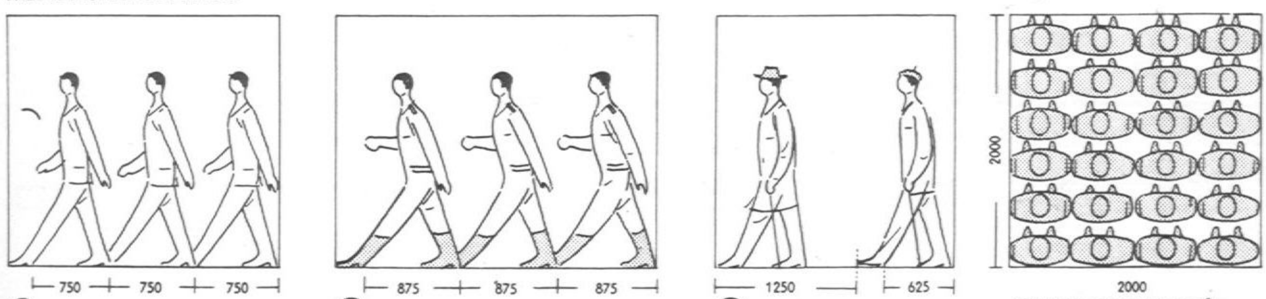


ESPACIO NECESARIO PARA GRUPOS



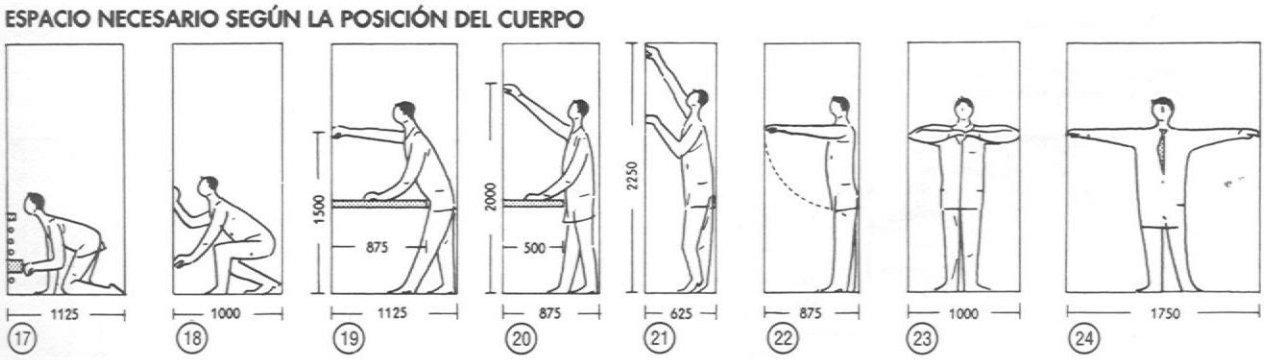
(8) En fila apretada (9) En fila normal (10) Grupo coral (11) Para esperas largas (12) Con mochilas

MEDIDAS DE UN PASO



(13) Paso normal (14) Paso ligero (15) Paso de paseo (16) Máxima densidad por m² = 6 personas (p.e.: funiculares)

ESPACIO NECESARIO SEGÚN LA POSICIÓN DEL CUERPO

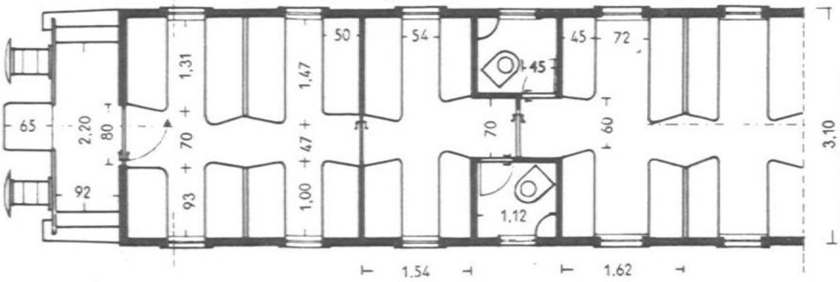


ESPACIO NECESARIO CON EQUIPAJE DE MANO

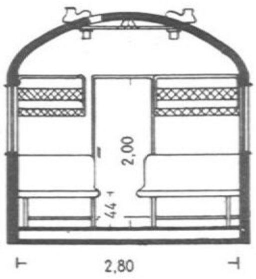


ESPACIO NECESARIO CON BASTÓN Y PARAGUAS



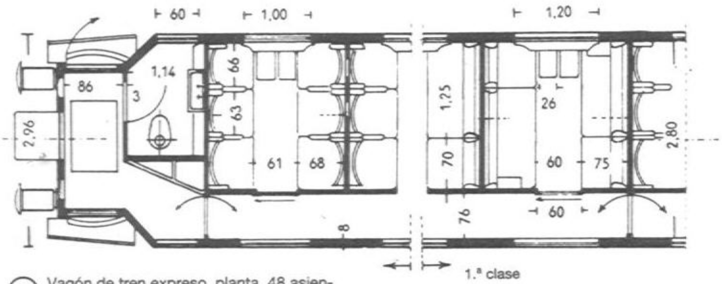


① Vagón de tren, planta. 68 asientos, 0,45 m por asiento. Longitud total: 19,66 m, del compartimento de pasajeros: 12,75 m, del furgón de equipaje: 12,62 m. Altura de los peldaños: 28-30 cm.

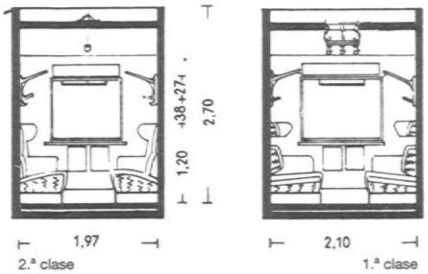


Sección de ①

Vagones antiguos y nuevos como ejemplo del espacio mínimo necesario para el transporte de personas

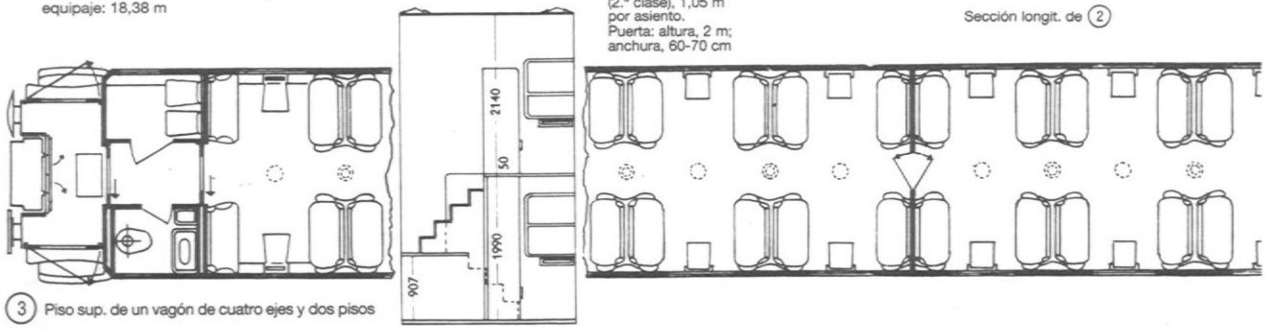


② Vagón de tren expreso, planta. 48 asientos. Longitud total: 20,42 m, furgón de equipaje: 18,38 m

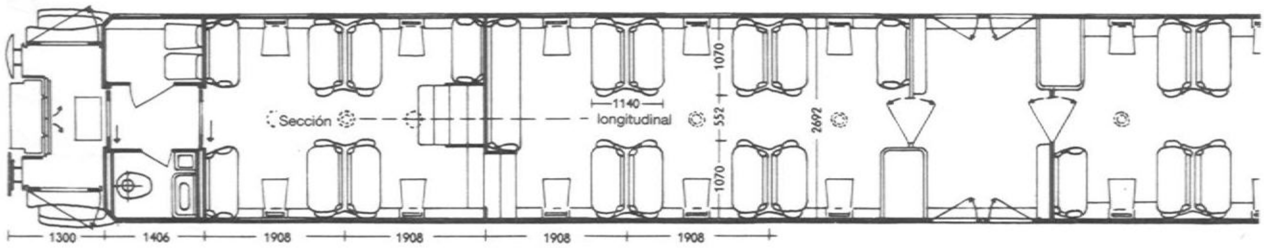


Sección longit. de ②

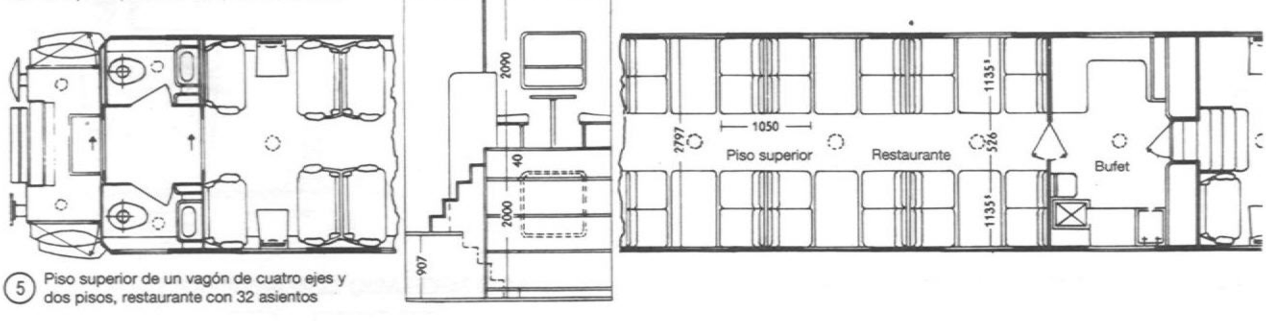
(2.ª clase), 1,05 m por asiento.
Puerta: altura, 2 m; anchura, 60-70 cm



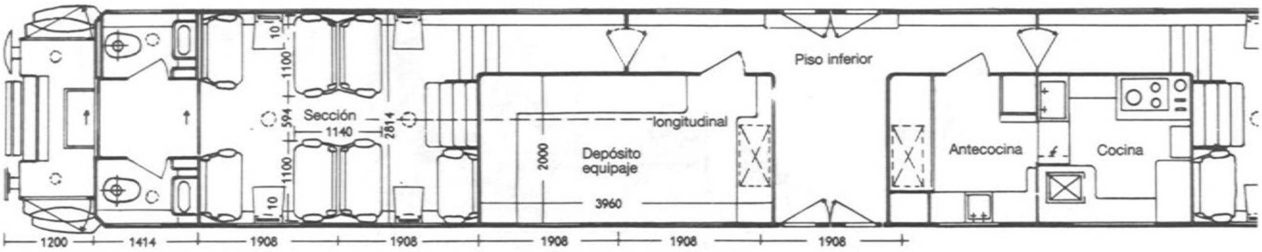
③ Piso sup. de un vagón de cuatro ejes y dos pisos



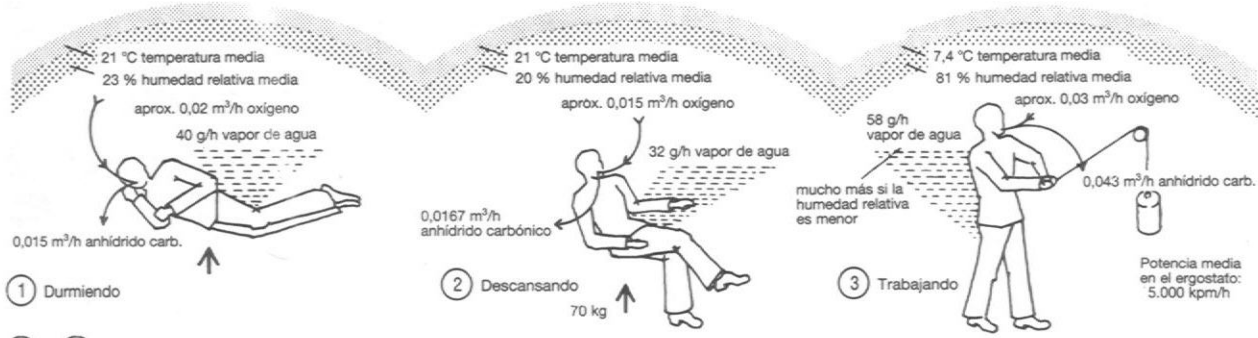
④ Piso inferior de un vagón de cuatro ejes y dos pisos (100 asientos fijos, 18 abatibles)



⑤ Piso superior de un vagón de cuatro ejes y dos pisos, restaurante con 32 asientos



⑥ Piso inferior de un vagón de cuatro ejes y dos pisos, restaurante y depósito de equipaje. 28 asientos de 2.ª clase

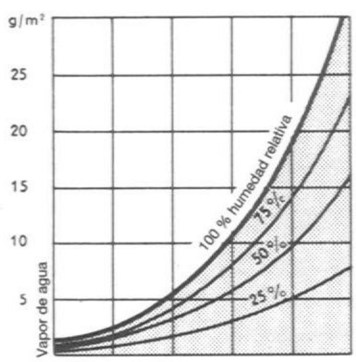


① - ③ Producción de anhídrido carbónico y vapor de agua por el hombre (según estudios realizados por H. Wolpert) → 🕮

Las viviendas deben proteger al hombre frente al rigor climático y ofrecerle un entorno que le proporcione bienestar y le facilite el desempeño de sus actividades. Para ello es necesario disponer de un aire rico en oxígeno y que se renueve sin crear corrientes, una temperatura adecuada, un grado de humedad agradable y la iluminación suficiente.
Estas variables dependen, sobre todo, de la situación de la vivienda en el paisaje, su forma y su orientación → p. 234. Los sistemas de construcción con aislamiento térmico, ventanas suficientes y correctamente situadas respecto al mobiliario y una buena calefacción y ventilación (sin provocar corrientes) son los primeros requisitos para un bienestar duradero.

Consumo de aire
El hombre inspira oxígeno con el aire y desprende anhídrido carbónico y vapor de agua en una cantidad que depende de su peso, alimentación, actividad y del entorno → ①-③. Se calcula que una persona produce 0,020 m³/h de anhídrido carbónico y 40 g/h de vapor de agua → ①-③.
Si bien un contenido en anhídrido carbónico del 1 al 3 ‰ aparentemente sólo obliga a inspirar más profundamente, el aire de una habitación no debería contener más de un 1 ‰. Esto supone, dada una renovación del aire cada hora, 32 m³ de aire por adulto y 15 m³ por niño. Pero como en los edificios aislados, incluso con las ventanas cerradas, el aire se renueva cada 30 a 45 minutos, suelen bastar de 16 a 24 m³ (según el tipo constructivo) de aire por adulto y de 8 a 12 m³ por niño; o lo que es lo mismo, con una altura de 2,5 m se necesitan de 6,4 a 9,6 m² de superficie por cada adulto y de 3,2 a 4,8 m² por cada niño. Si la renovación del aire se produce con mayor rapidez (salas con la ventana abierta o con ventilación forzada), el aire que necesita un adulto puede reducirse hasta 10 m³ en los dormitorios y 7,5 m³ en las salas de estar. En aquellas situaciones en las que el aire se vicie debido a la existencia de lámparas de combustión abierta, a la emanación de gases o vapores desagradables (hospitales, fábricas) o en las salas cerradas (teatros, cines) → p. 106-109, debe aportarse el oxígeno necesario y han de extraerse los gases nocivos mediante sistemas de ventilación forzada.

Temperatura ambiente
La temperatura más confortable para el hombre en reposo se encuentra entre 18 y 20 °C, y si está trabajando entre 15 y 18 °C, según el grado de movimiento. El hombre puede compararse a una estufa cuyo combustible son los alimentos y que produce alrededor de 1,5 Kcal/h por cada kg de peso. Según esto, un adulto de 70 kg de peso → ①-③ produce 105 Kcal/h y 2520 Kcal/día, una cantidad que bastaría para hervir 25 litros de agua. El desprendimiento de calor varía según las circunstancias → ①-③; aumenta cuando la temperatura del entorno disminuye o se incrementa el ejercicio físico.
Al calentar una sala se procurará la instalación de un foco de calor moderado que caliente el aire en los lugares más fríos. Cuando la temperatura del foco de calor es superior a 70-80 °C se chamuscan las partículas de polvo, cuyos restos resecan la boca y las mucosas, provocando una sensación de aire seco. Por este motivo, las calefacciones de vapor y las estufas de hierro no son adecuadas en el interior de las viviendas.



Humedad del aire
Un ambiente agradable tiene una humedad relativa de 50-60 % y se considera aceptable entre un 40 y un 70 %. Un ambiente demasiado húmedo favorece el desarrollo de gérmenes nocivos y hongos y la descomposición de la materia orgánica → ⑤.

La **cantidad de vapor de agua que produce** el hombre varía según las condiciones ambientales → ①-③. Es una de las causas principales de la pérdida calorífica y aumenta con la temperatura ambiente, sobre todo cuando ésta es superior a 37 °C (temperatura de la sangre).

	Soportable varias horas ‰	Soportable 1/2-1 h ‰	Inmediatamente nocivo ‰
Vapores de yodo	0,0005	0,003	–
Vapores de cloro	0,001	0,004	0,05
Vapores de bromo	0,001	0,004	0,05
Ácido clorhídrico.......	0,01	0,05	1,5
Ácido sulfuroso	–	0,05	0,5
Ácido sulfúrico	–	0,2	0,6
Amoníaco	0,1	0,3	3,5
Óxido de carbono......	0,2	0,5	2,0
Sulfuro de carbono	–	1,5*	10,0*
Anhídrido carbónico	10	80	300

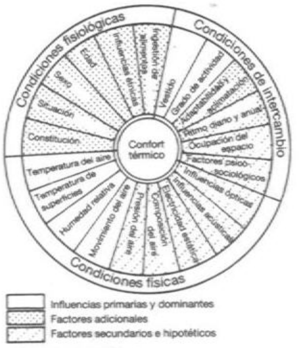
④ Concentración nociva de algunos gases industriales según Lehmann → 🕮
* mg/l, en los demás cm³/l.

		El calor (Kcal/h) se distribuye así:	
Bebé	aprox. 15	aprox. 1,9 %	en trabajo (andar)
Niño de 2 1/2 años	aprox. 40	aprox. 1,5 %	en calentar los alimentos
Adulto en reposo	aprox. 96	aprox. 20,7 %	en evaporar agua
Adulto en trabajo medio	aprox. 118	aprox. 1,3 %	en respirar
Adulto en trab. pesado	aprox. 140	aprox. 30,8 %	por convección
Adulto de edad avanz.	aprox. 90	aprox. 43,7 %	por radiación
		aprox. 75,8 %	contribuye a calentar el entorno

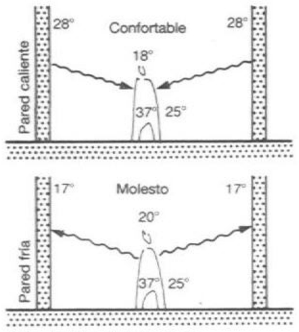
⑤ Pérdida calorífica del hombre en Kcal/h según Rubener → 🕮

Temperatura en °C	Máx. contenido en agua de 1 m³ de aire
50	82,63
49	78,86
48	75,22
47	71,73
46	68,36
45	65,14
44	62,05
43	59,09
42	56,25
41	53,52
40	50,91
39	48,40
38	46,00
37	43,71
36	41,51
35	39,41
34	37,40
33	35,48
32	33,64
31	31,89
30	30,21
29	28,62
28	27,09
27	25,64
26	24,24
25	22,93
24	21,68
23	20,48
22	19,33
21	18,25
20	17,22
19	16,25
18	15,31
17	14,43
16	13,59
15	12,82
14	12,03
13	11,32
12	10,64
11	10,01
10	9,39
9	8,82
8	8,28
7	7,76
6	7,28
5	6,82
4	6,39
3	5,98
2	5,60
+ 1	5,23
0	4,69
– 1	4,55
2	4,22
3	3,92
4	3,64
5	3,37
6	3,13
7	2,90
8	2,69
9	2,49
10	2,31
11	2,14
12	1,98
13	1,83
14	1,70
15	1,58
16	1,46
17	1,35
18	1,25
19	1,15
20	1,05
21	0,95
22	0,86
23	0,78
24	0,71
25	0,64

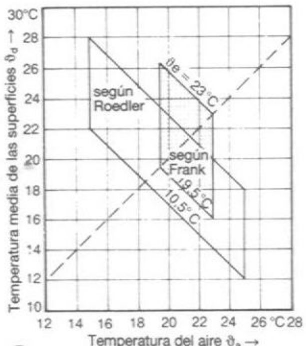
Máximo contenido en agua de 1 m³ de aire en g



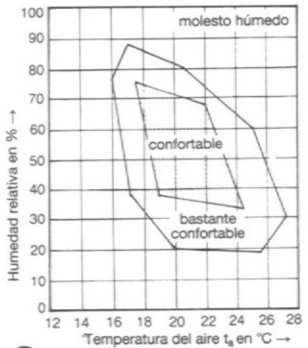
① Confort térmico en función de:



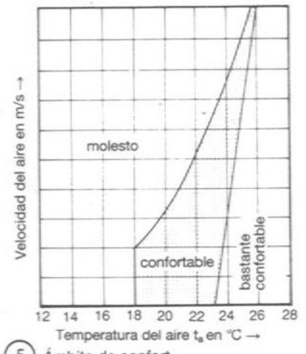
② Intercambio de calor con las paredes



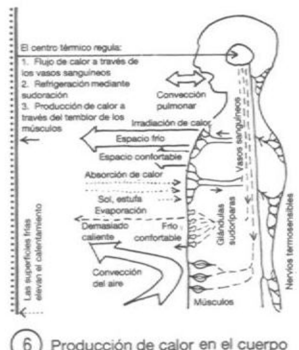
③ Ámbito de confort



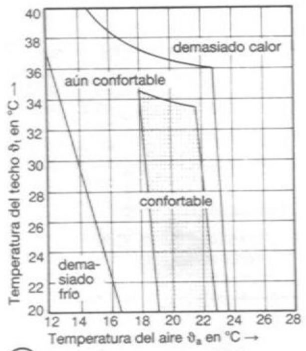
④ Ámbito de confort



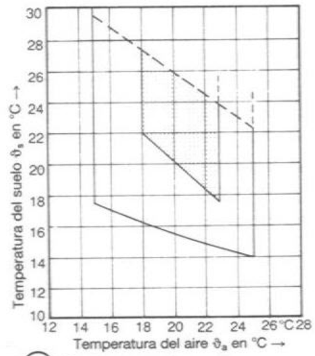
⑤ Ámbito de confort



⑥ Producción de calor en el cuerpo humano



⑦ Ámbito de confort f



⑧ Ámbito de confort

Contenido en agua del aire g/kg	Grado de adecuación para la respiración	Percepción al respirar
0 hasta 5	Muy bueno	Ligero, fresco
5 hasta 8	Bueno	Normal
8 hasta 10	Suficiente	Aún soportable
10 hasta 20	Insuficiente	Pesado, sofocante
20 hasta 25	Nocivo	Caluroso y húmedo
más de 25	Inapropiado	Insoportable
41	Contenido en agua del aire expulsado 37 °C (100 %)	
más de 41	El agua se condensa en los alveolos pulmonares	

Según la fórmula recomendada por el Comité International des Poids et Mesures para la densidad del aire húmedo se obtiene la ecuación numérica $\rho = [3{,}4853 + 0{,}0144 (X_{CO}2 - 0{,}04)] \cdot 10^{-3} \frac{p}{Z \cdot T} (1 - 0{,}378 X_e)$

Esta ecuación también puede escribirse: $\rho = (\rho_{tr} + \varphi A)[1 + 0{,}041(X_{CO}2 - 0{,}04)]$

⑨ Valores de la humedad del aire para la respiración

Nociones sobre el clima interior

Así como existen unas determinadas condiciones climáticas al aire libre, en los espacios interiores también existe un clima con parámetros cuantificables: presión, temperatura y horas de asoleo. La relación óptima entre estos factores crea unas condiciones ambientales de confort en el interior y favorece la salud y la capacidad de trabajo de las personas.

El confort térmico aparece cuando el intercambio de calor regulado por el cuerpo humano se equilibra, es decir, cuando la actividad termorreguladora del cuerpo es mínima. El confort aparece cuando la cesión de calor del cuerpo concuerda con la pérdida real de calor en el entorno. El flujo de calor se produce de las superficies calientes a las frías.

Mecanismos del cuerpo para regular la temperatura

Formación de calor: irrigación sanguínea de la piel, aceleración de la velocidad de circulación de la sangre, dilatación de los vasos sanguíneos, temblor de los músculos; refrigeración: sudoración.

Intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno

Flujo térmico interno: flujo de calor desde el interior hacia la piel a través de la sangre. Flujo térmico exterior: conducción de calor a través de los pies; convección (velocidad del aire y diferencia de temperatura entre las superficies cubiertas y desnudas del cuerpo); radiación de calor (diferencia de temperatura entre la superficie del cuerpo y el entorno); respiración, vaporización (superficie del cuerpo, diferencia en la presión de vapor entre la piel y el entorno).

Conceptos sobre el intercambio de calor

Conducción de calor: transmisión térmica por contacto directo.

La conductividad térmica del cobre, por ejemplo, es elevada; la del aire es baja (¡los materiales aislantes son porosos!). Convección: el aire se calienta al entrar en contacto con cuerpos calientes (p.e. radiadores), asciende, se enfría en el techo y vuelve a descender. El aire circula y absorbe polvo y partículas sólidas. Cuanto mayor sea la velocidad a la que circula el medio de calefacción (p.e. agua en los radiadores), mayor será la velocidad de circulación del aire. Radiación térmica: las superficies de los cuerpos calientes emiten radiaciones que dependen de su temperatura. Es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta, por lo tanto, es dieciséis veces mayor cuando la temperatura es dos veces más alta. Con la temperatura varía también la longitud de onda de la radiación. Ésta es menor cuanto mayor sea la temperatura de la superficie. A partir de 500 °C el calor se hace visible en forma de luz. La radiación por debajo del umbral visible se denomina radiación infrarroja. Se propaga en todas las direcciones, atraviesa el aire sin calentarlo y es absorbida o reflejada por los cuerpos sólidos que, al absorber la radiación (también el cuerpo humano) se calientan. Calor de radiación: la absorción de calor se produce por motivos fisiológicos y es la más sana y confortable para el hombre (estufa de azulejos). Clima más confortable: febrero/marzo, 2000 m de altura, −5 °C, aire seco sin polvo, cielo azul oscuro, sol brillante sobre una superficie nevada, elevada temperatura de radiación. Clima más molesto: verano en los trópicos, cielo cubierto, +30 °C, gran ciudad contaminada, elevada humedad.

Baja temperatura de radiación. Recomendaciones para el diseño del clima interior. *Temperatura del aire y de las superficies.*

En verano es confortable una temperatura entre 20 y 24 °C; en invierno unos 21 °C (±1 °C). La temperatura de las superficies no debería desviarse más de 2-3 °C de la temperatura del aire. Los cambios en la temperatura del aire pueden igualarse hasta cierto punto, variando la de las superficies (descenso de la temperatura del aire-aumento de la de las superficies) ¡Diagramas! Si la diferencia es demasiado elevada, el aire interior se mueve a una velocidad excesiva. Las superficies críticas son sobre todo las ventanas. Se ha de evitar un intercambio excesivo de calor entre el suelo y los pies. (Temperatura del suelo mayor que 17 °C.) El calor o frío en los pies es una percepción del hombre y no una propiedad del suelo. El pie descalzo percibe el calor/frío a través del revestimiento del suelo; el pie calzado, a través del revestimiento y la temperatura en el suelo. La temperatura de la superficie del techo depende de la altura del espacio. La temperatura percibida por el hombre es aproximadamente la media entre la del aire y la de las superficies.

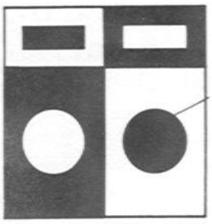
Aire y movimiento del aire. El movimiento del aire se percibe en forma de corriente de aire que origina una refrigeración local del cuerpo.

Temperatura del aire y humedad relativa. Lo confortable es una humedad relativa entre el 40 y el 50 %. Si la humedad es menor al 30 % aumenta el contenido en partículas de polvo.

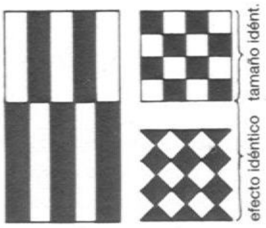
Aire limpio y renovación del aire. Lo óptimo es una ventilación controlada, en vez de una ocasional o permanente. El contenido en CO_2 del aire ha de sustituirse por oxígeno. No debería superarse un contenido en CO_2 del 0,10 % en volumen; por ello, en los dormitorios y salas de estar han de preverse de 2 a 3 intercambios de aire por hora. La necesidad de aire limpio del hombre es de unos 32 m³/hora. El intercambio de aire en una sala de estar: 0,4-0,8 veces el volumen de la sala/persona/hora.

Contenido absoluto en agua	Humedad relativa del aire	Temperatura	Descripción
2 g/kg	50%	0 °C	Día despejado en invierno, balnearios antituberculosis
5 g/kg	100%	4 °C	Día despejado de otoño
5 g/kg	40%	18 °C	Clima interior muy bueno
8 g/kg	50%	21 °C	Clima interior bueno
10 g/kg	70%	20 °C	Clima int. demasiado húmedo
28 g/kg	100%	30 °C	Bosque tropical

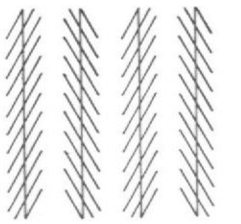
⑩ Algunos valores de la humedad relativa del aire



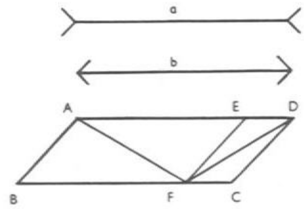
(1) Un objeto de color negro parece menor que otro de color blanco del mismo tamaño. Las personas vestidas de negro parecen más delgadas y las vestidas de blanco más obesas de lo que realmente son. Lo mismo vale para los elementos de una construcción



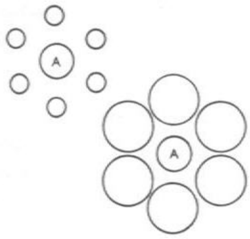
(2) Para que unas superficies negras y blancas parezcan de igual tamaño, éstas últimas han de reducirse convenientemente. Un color claro junto a uno oscuro hace que éste parezca aún más oscuro



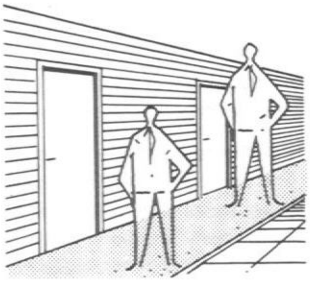
(3) Las líneas verticales realmente paralelas del dibujo superior parecen converger a causa de la superposición de un rayado en diagonal



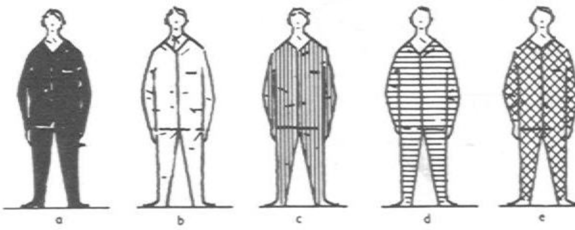
(4) Los segmentos a y b, debido a la incorporación de flechas en sus extremos, o por su inclusión en distintas superficies, parecen tener una longitud diferente a pesar de ser exactamente iguales: A-F y F-D



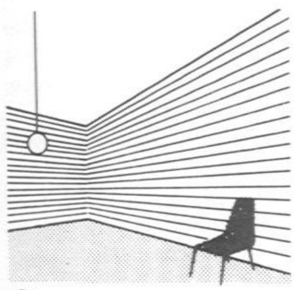
(5) Visualmente los círculos A, situados en el centro de los dos grupos de círculos, parecen de tamaño diferente a pesar de tener el mismo diámetro



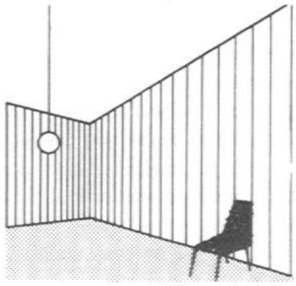
(6) Dos figuras dibujadas a igual tamaño en una perspectiva parecen tener un tamaño muy diferente por no ajustarse a las proporciones de la perspectiva



(7) También el color y el dibujo de la indumentaria hacen variar el aspecto de los hombres. El negro da esbeltez → a, ya que este color absorbe la luz. El blanco la resta → b, porque la refleja. Las líneas verticales aumentan la altura → c y las líneas horizontales la anchura → d; los dibujos a cuadros aumentan la altura y la anchura → e

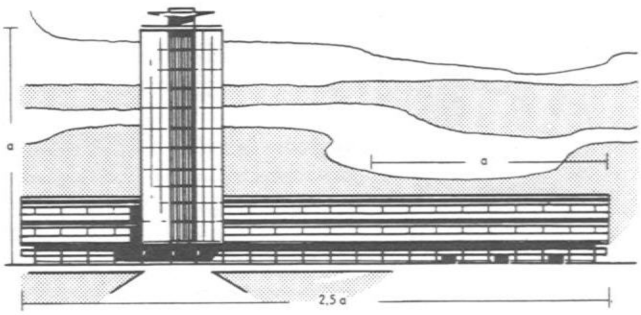


(8) Efecto dinámico

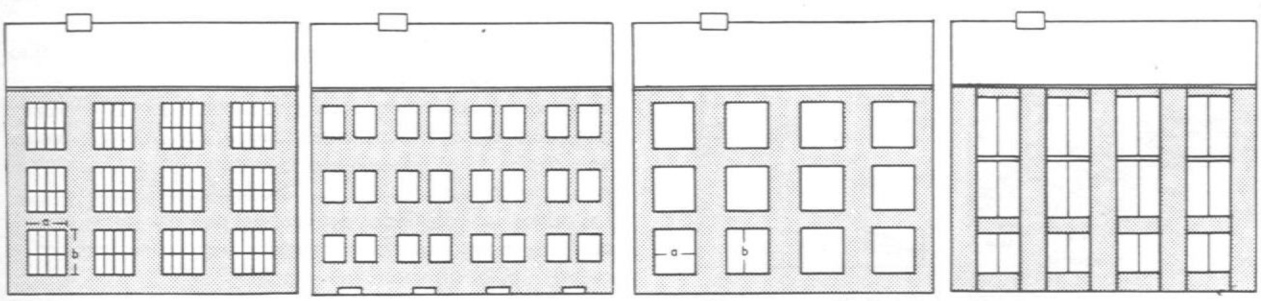


(9) Efecto estático

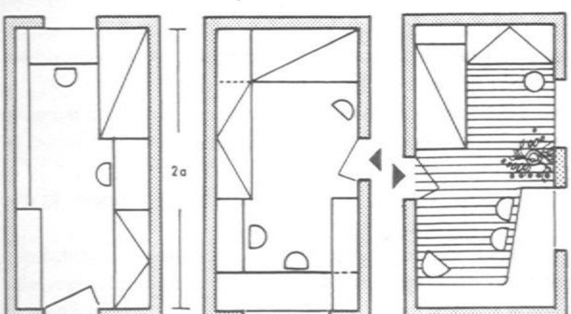
Las dos salas idénticas no sólo parecen tener un tamaño diferente, sino que también producen un efecto distinto debido a la subdivisión de su superficie



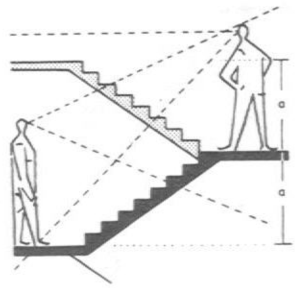
(10) Una dimensión en sentido vertical impresiona más a la vista que una idéntica en sentido horizontal



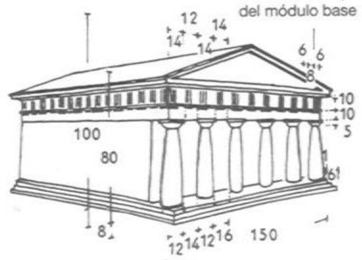
(11) - (14) Independientemente de la composición arquitectónica (vertical, horizontal o mixta) → (10), la proporción entre huecos y macizos hace variar la noción de escala de un edificio, a pesar de que todos tienen la misma altura y el mismo número de pisos (la carpintería de las ventanas puede ser decisiva en este sentido)



(15) - (17) Varias habitaciones de la misma dimensión producen un efecto muy diferente según sea la disposición de la ventana, la puerta y el mobiliario. → (15) produce un efecto de «tubo», → (16) parece más corta por haber situado la cama transversalmente y una mesa a lo largo de la ventana. En → (17) la posición de las ventanas, junto con la disposición de los muebles hace que parezca más ancha que larga

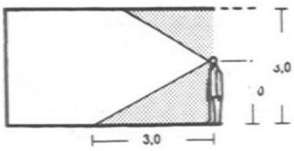


(18) Debido a la posición relativa del ojo, un edificio contemplado desde arriba parece más alto que contemplado desde abajo. A ello contribuye la sensación de inseguridad que aparece cuando se pierde contacto con el suelo.

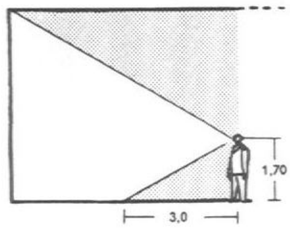


(19) Los muros con una ligera inclinación parecen verticales, los peldaños y cornisas con una ligera curvatura hacia arriba parecen horizontales

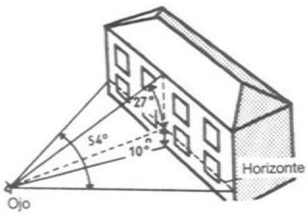
EL OJO
COMO ESCALA DEL TAMAÑO DE LOS OBJETOS



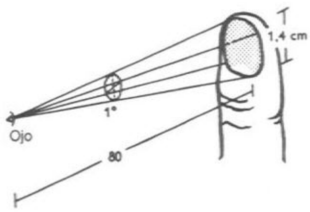
① Los espacios bajos pueden percibirse con una sola mirada (imagen en reposo)



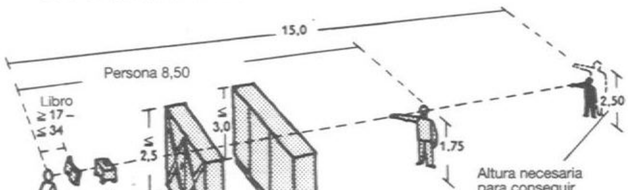
② Los espacios altos sólo se pueden aprehender moviendo el ojo hacia arriba (imágenes en movimiento)



③ El ángulo visual del hombre, manteniendo inmóvil la cabeza al mover el ojo, abarca 54° en horizontal, 27° hacia arriba y 10° hacia abajo. La distancia mínima para una visión completa de un edificio = anchura del edificio o el doble de su altura por encima del punto de vista

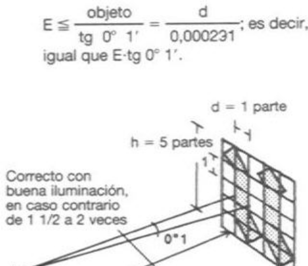


④ El campo visual del ojo normal fijo abarca un círculo de 1°, es decir, la superficie de la uña del pulgar con el brazo extendido

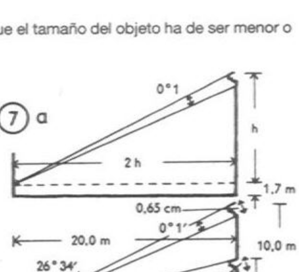


⑤ El ojo sólo percibe con exactitud los detalles en un ángulo de 0° 1′ = campo de lectura, lo cual condiciona la distancia límite hasta los objetos que se han de distinguir; la distancia máxima E viene dada por la fórmula:

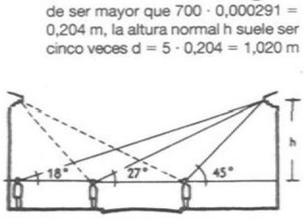
$E \leq \frac{\text{objeto}}{\text{tg } 0° \ 1'} = \frac{d}{0{,}000291}$; es decir, que el tamaño del objeto ha de ser menor o igual que E·tg 0° 1′.



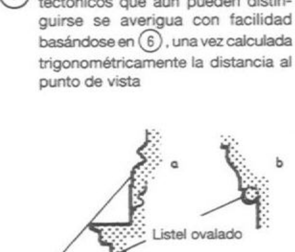
⑥ Si un escrito ha de ser legible a una distancia de, por ejemplo, 700 m, el grosor de las letras (según ⑤) ha de ser mayor que 700 · 0,000291 = 0,204 m, la altura normal h suele ser cinco veces d = 5 · 0,204 = 1,020 m



⑦ El tamaño de los elementos arquitectónicos que aún pueden distinguirse se averigua con facilidad basándose en ⑥, una vez calculada trigonométricamente la distancia al punto de vista



⑧ En las calles, cuya anchura tenga que permitir una visión completa de las fachadas y una aprehensión de los detalles, se han de tener en cuenta las medidas indicadas en la ilustración



⑨ Los elementos situados por encima de la cornisa y que tengan que ser visibles, han de elevarse una determinada altura (a) por encima de ella. Los elementos en relieve pueden ofrecer una superficie mayor a la vista deformándolos un poco (b y c)

La actividad del ojo puede dividirse en mirar y observar. El mirar sirve en primer lugar para nuestra seguridad corporal, la observación empieza allí donde concluye el mirar; conduce a disfrutar de las «imágenes» descubiertas por la mirada.

Según el ojo permanezca fijo en un objeto o se mueva a lo largo de él, se distingue entre imagen en reposo e imagen en movimiento.

La imagen en reposo abarca aproximadamente una superficie circular de diámetro similar a la distancia que hay del ojo al objeto. En el interior de este «campo visual» el ojo percibe los detalles «con una sola mirada» → ③. La imagen en reposo ideal se ofrece en equilibrio. El equilibrio es la primera propiedad de la belleza arquitectónica.

(Los fisiólogos investigan la existencia de un sexto sentido, el sentido del equilibrio o sentido estático, en el que también se basaría la sensación de belleza que experimentamos frente a los objetos simétricos y armónicos y frente a las proporciones → p. 34-37 o frente a aquellas que están en equilibrio.)

Más allá de este marco, el ojo percibe sus impresiones a través de imágenes en movimiento.

El ojo en movimiento avanza a lo largo de los obstáculos que encuentra delante de él.

Tales obstáculos, situados a intervalos iguales o irregulares, los percibe el ojo como un ritmo que provoca estímulos parecidos a los que produce la música en el oído («Arquitectura, música congelada», → Neufert, BOL).

También el efecto que producen los espacios interiores depende de que la imagen esté en reposo o en movimiento → ① y ②.

Un espacio, cuyo límite superior (techo) podamos percibir como una imagen en reposo, produce una sensación de intimidad, mientras que en caso contrario puede provocar un efecto deprimente.

Los espacios con techo alto, que el ojo sólo puede percibir moviéndose, producen una sensación de libertad y amplitud, pero es necesario que tanto la separación entre las paredes como las proporciones globales sean concordantes.

En todos estos casos se ha de tener en cuenta que el ojo está sometido a ilusiones ópticas.

El ojo aprecia con mayor precisión la anchura que la profundidad o la altura, estas últimas siempre parecen mayores de lo que son en realidad. Es sabido que una torre contemplada desde arriba parece mucho más alta que vista desde abajo → p. 31 ⑩ y ⑱.

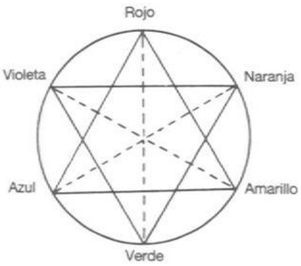
Las aristas verticales vistas desde abajo parecen inclinarse hacia adelante, mientras que las horizontales parecen combadas por el centro → p. 31 ⑲ y también → p. 31 ①-⑨.

Al considerar estos aspectos no debe caerse en el polo opuesto (barroquismo) y, por ejemplo, potenciar el efecto perspectiva mediante ventanas y cornisas alineadas en diagonal (San Pedro en Roma) o mediante cornisas, cúpulas y otros elementos arquitectónicos simplemente dibujados en perspectiva. Para determinar las dimensiones es decisiva la amplitud del ángulo visual → ③ y los límites del campo visual → ④, y para la diferenciación precisa de los detalles es fundamental la amplitud del campo de lectura → ⑤ y ⑥.

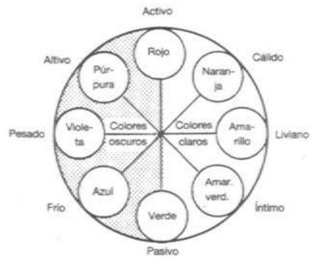
La distancia desde el ojo hasta el objeto contemplado es la que condiciona el tamaño de los detalles.

Los griegos se adaptaron a estas normas con tanta exactitud que dimensionaron los astrágalos del entablamento en cada uno de los templos de manera que a una distancia de 27° → ⑦a, llenan el campo de lectura de 0° 1′ ⑦ (tal como ha demostrado Maertens → 📖, de cuyos estudios proceden las ilustraciones → ③-⑨).

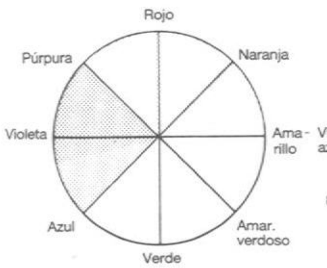
De ello resultan también las distancias máximas entre libro y lector (depende también del tamaño de las letras), entre los espectadores y los actores, etc.



① El círculo de los colores naturales (según Goethe): triángulo de trazo continuo: rojo-azul-amarillo = colores básicos, a partir de los cuales se pueden obtener teóricamente todos los colores; triángulo de trazo discontinuo: verde-naranja-violeta = colores secundarios que se obtienen mezclando los colores básicos dos a dos



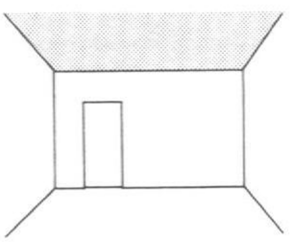
② Colores oscuros y claros y su efecto en el hombre



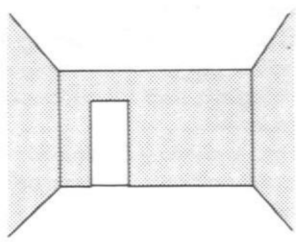
③ Colores pesados y livianos. (No son equivalentes a los oscuros y claros → ②, ya que la sensación de pesadez o liviandad depende de la proporción de rojo básico además de la oscuridad relativa)



④ El círculo de los doce colores primarios



⑤ Los colores oscuros pesan. Las habitaciones parecen más bajas cuando el techo se acentúa con un color oscuro



⑥ Los colores claros elevan. Las habitaciones parecen más altas cuando las paredes se pintan de color más oscuro que el techo

EL HOMBRE Y LOS COLORES

Los colores son fuerzas que actúan en el hombre provocando sensaciones de bienestar o malestar, de actividad o de pasividad. La aplicación de determinados colores en oficinas, fábricas o escuelas puede incrementar o reducir el rendimiento, y en las clínicas puede contribuir a que los pacientes recuperen antes la salud.

La influencia del color en los hombres tiene lugar **indirectamente**, a través de su propio efecto fisiológico, para ampliar o reducir un espacio y así, a través del efecto espacial, oprimir o liberar → ⑤–⑦ y **directamente**, a través de fuerzas (impulsos) que emanan de cada uno de los colores → ②, ③. El impulso de mayor fuerza lo posee el color naranja; le siguen el amarillo, el rojo, el verde y el púrpura. En cambio, los que poseen menor fuerza son el azul, el verde azulado y el violeta (colores fríos y pasivos).

Los colores de mayor fuerza sólo deberán aplicarse en superficies pequeñas, mientras que para las grandes superficies los más débiles son los más apropiados.

Los colores cálidos son activos, excitantes y, excepcionalmente, irritantes. Los colores fríos son pasivos, tranquilizadores o íntimos. El verde serena los nervios. El efecto que producen los colores depende además de la iluminación existente y de la situación.

Los colores cálidos y claros producen una sensación de excitación contemplados desde arriba; de recogimiento vistos desde los lados, y de liviandad mirados desde abajo.

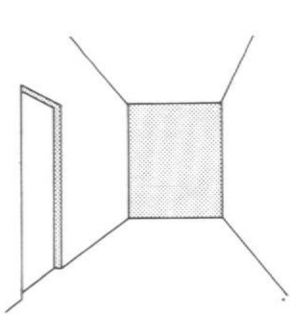
Los colores cálidos y oscuros dan una sensación de dignidad desde arriba; de cerramiento desde los lados, y de seguridad desde abajo.

Los colores fríos y claros producen una sensación de luminosidad desde arriba; de alejamiento desde los lados, y de dinamismo desde abajo.

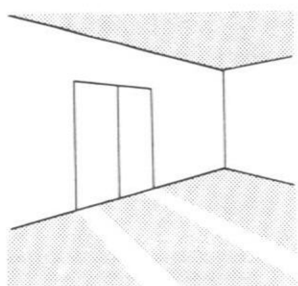
Los colores fríos y oscuros producen una sensación amenazadora desde arriba; de tristeza desde los lados, y de pesadez desde abajo.

El blanco es el color de la absoluta pureza, limpieza y orden. En la composición cromática de un espacio, el color blanco desempeña un papel fundamental tanto para separar y neutralizar otros grupos de colores como para animar y organizar un espacio.

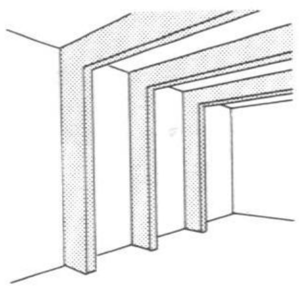
El blanco, como color ordenador, se emplea para delimitar superficies de almacenamiento y aparcamiento y también para señalizaciones en la calzada → ⑧.



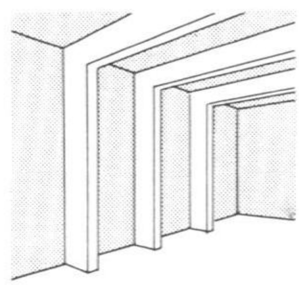
⑦ Los espacios alargados parecen más cortos cuando las paredes transversales se resaltan con un color más oscuro



⑧ El blanco como color directriz, por ejemplo, en laboratorios, fábricas, etc.



⑨ Los elementos singulares de color oscuro delante de un fondo blanco dan una sensación de mayor relieve



⑩ Los elementos singulares de color claro delante de un fondo oscuro parecen más livianos, sobre todo si están sobredimensionados

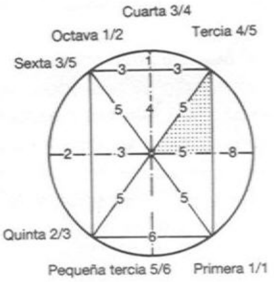
Claridad relativa de las superficies

Valores respecto al blanco teórico (100 %) y al negro absoluto (0 %)

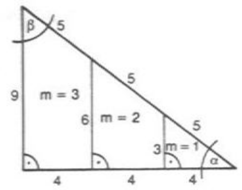
Papel blanco	84	Marrón claro	aprox. 25	Azul turquesa puro	15	Baldosa blanca	aprox. 50
Blanco de cal	80	Beige puro	aprox. 25	Verde hierba	aprox. 20	Piedra de color medio	35
Amarillo limón	70	Marrón medio	aprox. 15	Verde tilo, pastel	aprox. 50	Asfalto seco	aprox. 20
Tono marfil	aprox. 70	Rosa salmón	aprox. 40	Gris plata	aprox. 35	Asfalto mojado	aprox. 5
Tono crema	aprox. 70	Rojo escarlata	16	Gris revoco de cal	aprox. 42	Roble oscuro	aprox. 18
Amarillo oro puro	60	Rojo cinabrio	20	Gris hormigón seco	aprox. 32	Roble claro	aprox. 33
Amarillo paja	60	Rojo carmín	10	Mad. contrachapada	aprox. 38	Nogal	aprox. 18
Ocre claro	aprox. 60	Violeta puro	aprox. 5	Ladrillo amarillo	aprox. 32	Mad. de abeto claro	aprox. 50
Amarillo cromo puro	50	Azul claro	40-50	Ladrillo rojo	aprox. 18	Lámina aluminio	aprox. 83
Naranja puro	25-30	Azul celeste	30	Ladrillo refractario	aprox. 10	Chapa acero galv.	aprox. 16

PROPORCIONES

FUNDAMENTOS → 🕮



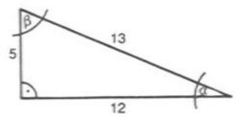
① Rectángulo de Pitágoras; contiene todos los intervalos proporcionales y excluye los intervalos disonantes, la segunda y la séptima



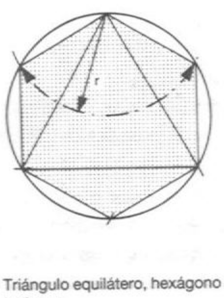
② Triángulo de Pitágoras

α	a	b	c	β	m	x	y
36°87'	3	4	5	53°13'	1	1	2
22°62'	5	12	13	67°38'	1	2	3
16°26'	7	24	25	73°74'	1	3	4
28°97'	8	15	17	61°93'	0,5	3	5
12°68'	9	40	41	77°32'	1	4	5
18°92'	12	35	37	71°08'	0,5	5	7
43°60'	20	21	29	46°40'	0,5	3	7
31°89'	28	45	53	58°11'	0,5	5	9

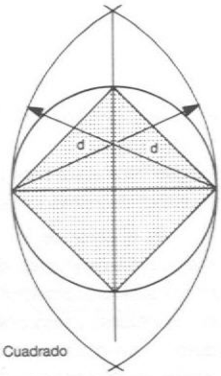
③ Relaciones métricas obtenidas a partir de las ecuaciones pitagóricas (ejemplo)



④ Ejemplo



⑤ Triángulo equilátero, hexágono Lado = r



⑥ Cuadrado

Ya desde la antigüedad, las construcciones presentan claras relaciones métricas. Los datos concretos más antiguos que se conocen son de Pitágoras, que partía de la hipótesis de que las relaciones numéricas de la acústica también debían ser armónicas ópticamente. A partir de ahí se desarrolló el rectángulo pitagórico → ①, que contiene todos los intervalos proporcionales armónicos y excluye los dos intervalos disonantes: la segunda y la séptima. De estas relaciones numéricas debían derivarse las dimensiones espaciales. Las ecuaciones pitagóricas o diofánticas proporcionan grupos de números ② ③ ④, que deberían emplearse para dimensionar la anchura, altura y longitud de las salas. Con la fórmula $a^2 + b^2 = c^2$ pueden calcularse estos números:

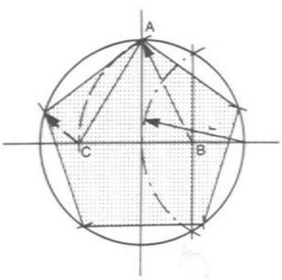
$a^2 + b^2 = c^2$
$a = m\,(y^2 - x^2)$
$b = m \cdot 2 \cdot x \cdot y$
$c = m\,(y^2 + x^2)$

Siendo: x, y: números enteros
x más pequeño que y
m: factor de reducción o ampliación

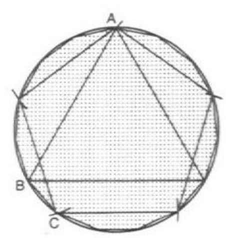
También son importantes las figuras geométricas mencionadas por Platón y Vitrubio: el círculo, el triángulo → ⑤ y el cuadrado → ⑥, a partir de los que se pueden construir otros polígonos, aunque algunos (p.e. el polígono de 7 lados → ⑨ y el de 9 lados → ⑩) sólo se pueden construir de forma aproximada mediante superposiciones. Así, por ejemplo, el polígono de 15 lados → ⑧ puede construirse superponiendo un triángulo equilátero a un pentágono.

El pentágono → ⑦ o pentagrama (Drudenfuß) tiene una relación natural con la sección áurea → p. 37 ⑪ y ⑫, al igual que el decágono, pero sus relaciones particulares apenas se han aplicado.

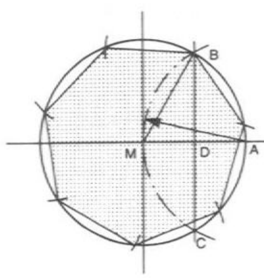
Para el diseño y construcción de edificios «redondos» se han de trazar polígonos. La forma de calcular las medidas más importantes: radio r, cuerda (lado) s y altura del triángulo h, se muestran en → ⑬–⑭ → pp. 35 y 36.



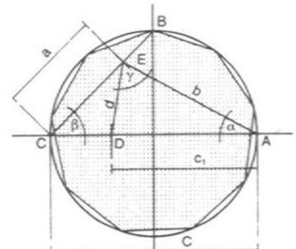
⑦ Pentágono
División del radio por la mitad
Arco con centro en B y radio AB ≅ C
A-C ≅ lado del pentágono



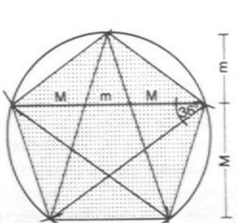
⑧ Polígono de 15 lados BC = $\frac{2}{5} - \frac{1}{3} = \frac{1}{15}$



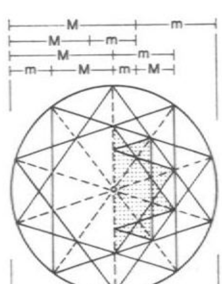
⑨ Heptágono aproximado
La línea BC divide AM por la mitad en el punto D, BD es aproximadamente 1/7 de la longitud del círculo



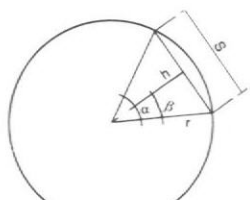
⑩ Eneágono aproximado
Arco con centro en A y radio AB, que corta AC en el punto D = c_1.
Arco con centro en C y radio CM, que corta el arco BD en el punto E = a.
La distancia DE corresponde aprox. a 1/9 de la longitud del círculo ≅ d



⑪ Pentágono y sección áurea



⑫ Decágono y sección áurea



⑬ Cálculo de las medidas en el trazado de polígonos → p. 36

$h = r \cdot \cos\beta$

$\frac{S}{2} = r \cdot \operatorname{sen}\beta$

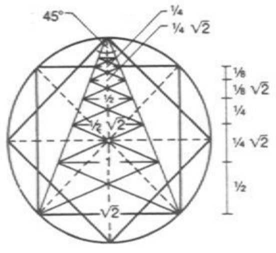
$S = 2 \cdot r \cdot \operatorname{sen}\beta$

$h = \frac{S}{2} \cdot \operatorname{ctg}\beta$

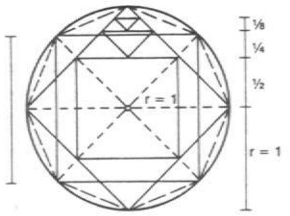
⑭ → ⑬ Fórmulas

PROPORCIONES

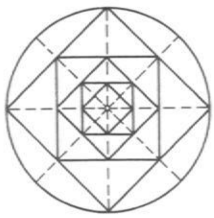
FUNDAMENTOS → 🕮



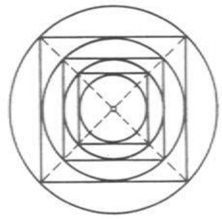
① Triángulo π/4 según A. von Drach



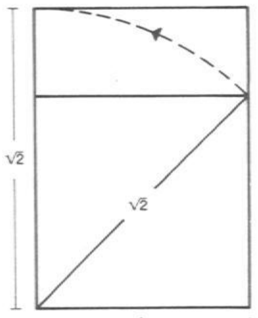
② Cuadrados obtenidos a partir de un octágono → ②–④



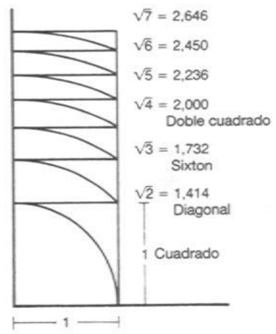
③ → ②



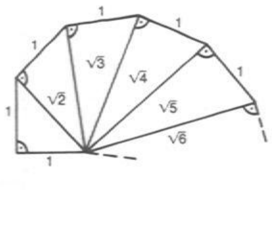
④ → ②



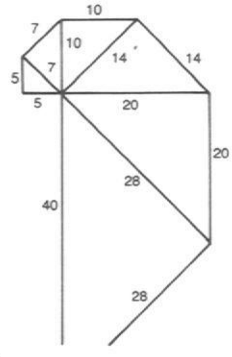
⑤ Rectángulo de razón 1:√2



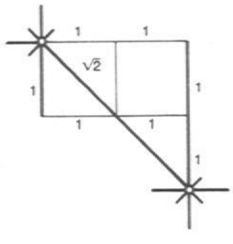
⑥ Serie formada a partir de las raíces cuadradas de números enteros



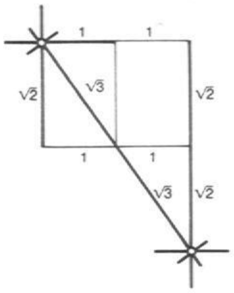
⑦ Relación entre las raíces cuadradas



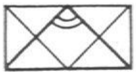
⑧ «Caracol»



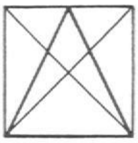
⑨ Ejemplos de coordinación no rectangular (p. 55)
Estructuras espaciales «Mero»: basadas en √2 y √3 → p. 85.



⑩ √3



El triángulo rectángulo isósceles con una relación 1/2 entre base y altura es el triángulo de la cuadratura.



El triángulo isósceles en el que la base y la altura corresponden a los lados de un cuadrado fue utilizado con éxito por el constructor de catedrales, Knauth, para determinar las proporciones de la catedral de Estrasburgo.

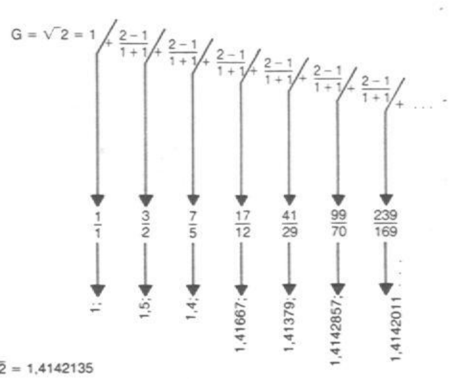
El triángulo π/4 → ① de A. von Drach → 🕮 es algo más apuntado que el descrito antes, ya que su altura queda fijada al girar 45° el cuadrado. También fue empleado con éxito por su inventor en detalles e instrumentos. Según los estudios de L.R. Spitzenpfeil, en muchos edificios antiguos se pueden encontrar, además de todas estas formas, las proporciones del octógono. En este último caso se utiliza como base el llamado triángulo diagonal. Su altura es la diagonal del cuadrado construido sobre la semibase → ②, ③, ④.

El triángulo equilátero así dibujado → ⑤ tiene una relación entre sus lados de $1/\sqrt{2}$. Por ello, el Dr. Porstmann empleó esta relación como base para los formatos DIN → ⑤ → p. 4 y ss. Las series geométricas basadas en esta relación proporcionan los valores correspondientes a un octógono → ②–④ (serie de las raíces de 1 a 7 → ⑥).

La relación entre las raíces cuadradas de los números enteros se muestra en → ⑦. La modificación de los factores permite emplear las raíces cuadradas para la construcción de elementos arquitectónicos no rectangulares. La casa Mengeringhausen ha basado su sistema patentado de estructuras espaciales «Mero» en aproximaciones a las raíces cuadradas. El principio es el llamado «caracol» → ⑧–⑨–⑩.

Las imprecisiones del ángulo recto se corrigen mediante las uniones roscadas de las varillas en los nudos. Otra manera de calcular de forma aproximada las raíces cuadradas, para elementos arquitectónicos no rectangulares, la ofrecen las series (→ p. 37) obtenidas a partir de la fórmula:

$$\sqrt{n} = 1 + \frac{n-1}{1+G} \rightarrow ⑪$$



$\sqrt{2} = 1,4142135$

1	1	1	1
0,5	2	3	1,5
0,6	5	7	1,4
0,58333 . . .	12	17	1,41667 . . .
0,58621 . . .	29	41	1,41379 . . .
0,5857143 . . .	70	99	1,4142857 . . .
0,5857989 . . .	169	239	1,4142011 . . .
0,5857865 . . .		√2	1,4142135 . . .

⑪ Serie de razón √2

PROPORCIONES

APLICACIÓN → 🕮

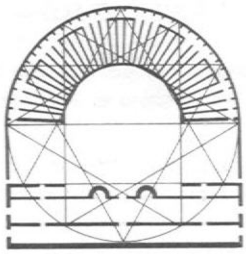
Vitruvio ya describió la aplicación de las proporciones geométricas de acuerdo con las explicaciones anteriores. Según su teoría, por ejemplo, el teatro romano está construido sobre un cuadrado girado tres veces → ① y el teatro griego sobre un cuadrado girado dos veces → ②. Ambas construcciones proporcionan un dodecaedro reconocible en las escaleras de acceso. Moessel → ③ intentó demostrar la existencia de proporciones basadas en la sección áurea, aunque esta relación sea bastante improbable → ③. El único teatro griego cuya planta se basa en el pentágono se encuentra en Epidauros → ④.

En un complejo residencial recientemente excavado en Antica Ostia, antiguo puerto de Roma, el trazado está basado en la sección sacra. Esta proporción se basa en la división de la diagonal de un cuadrado por la mitad. Si se unen los puntos, en los que los arcos de radio $\sqrt{2}/2$ cortan los lados del cuadrado, se obtienen nueve cuadrados. El cuadrado central se denomina cuadrado de sección sacra. El arco AB tiene, con un error máximo del 0,6 %, la misma distancia que la diagonal CD de la mitad del cuadrado original. Por eso, la sección sacra proporciona un método aproximativo para una cuadratura del círculo → ⑤, ⑥, ⑦, ⑧. Todo el complejo residencial, desde el plano de situación hasta los menores detalles, se construyó con esta proporción.

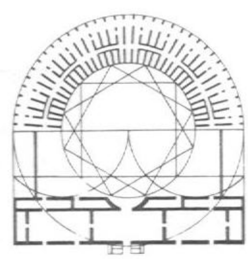
Palladio describe en sus cuatro libros sobre la arquitectura una base geométrica basada en las teorías de Pitágoras. Emplea las mismas formas (círculo, triángulo, cuadrado, etc.) y armonías en sus proyectos → ⑨, ⑩.

En las antiguas civilizaciones orientales también podemos encontrar parecidas reglas de proporcionalidad formuladas con gran claridad → ⑪. Los indios mediante su Manasar, los chinos a través de su modulación basada en el Toukou y, sobre todo, los japoneses por medio de su método Kiwariho → BOL, crearon sistemas de construcción que facilitaron un desarrollo tradicional que ofrecía grandes ventajas económicas.

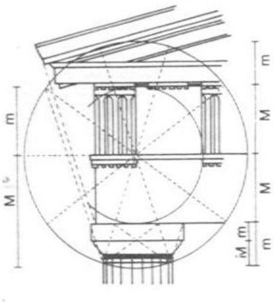
A partir del siglo XVIII se empezaron a sustituir las proporciones armónicas por un sistema aditivo de dimensiones → ⑫, a partir del cual se desarrolló también el sistema octamétrico → p. 52 y ss. Sólo con la introducción del modulor se ha recuperado la sensibilidad por las relaciones armónicas → ⑬, ⑭. Datos sobre los sistemas de coordinación → p. 55 y ss.



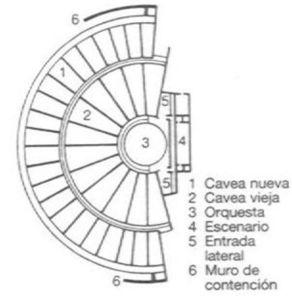
① Teatro romano según Vitruvio



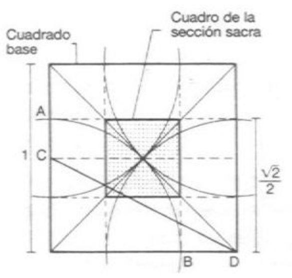
② Teatro griego según Vitruvio



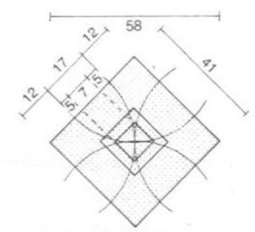
③ Proporciones en el extremo del frontón de un templo dórico con base en la sección áurea (según Moessel) → 🕮



④ Teatro de Epidauros

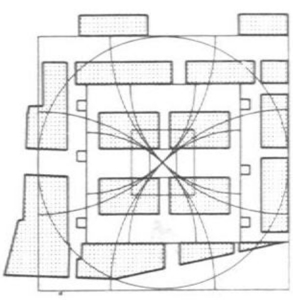


⑤ Sección sacra, construcciones en Antica Ostia

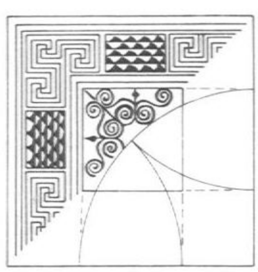


x	x	y/x ($\sqrt{2}$ = 1,4142. . .)
1	1	1
2	3	1,5
5	7	1,4
12	17	1,4/66. . .
24	41	1,4/37. . .

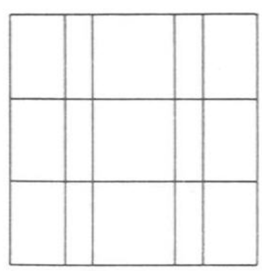
⑥ Razón geométrica



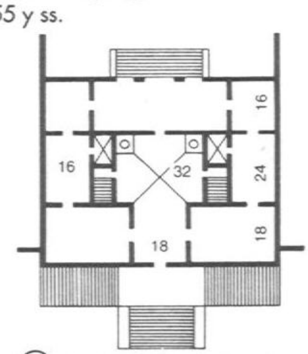
⑦ Planta del conjunto



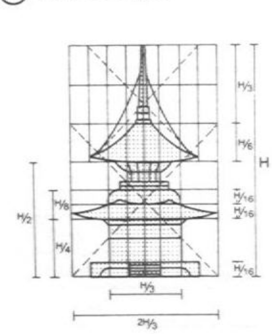
⑧ Mosaico encontrado en el pavimento de una casa en Antica Ostia



⑨ Base geométrica de las villas de Palladio



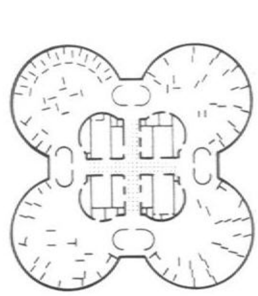
⑩ Palladio, villa Pisani en Bagodo



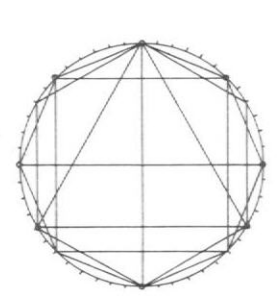
⑪ Casa del Tesoro en Japón



⑫ Casa gremial Rügen en Zurich



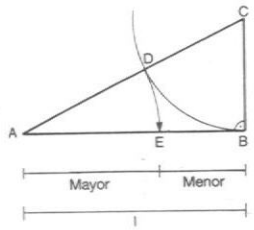
⑬ Planta de la sede central de la BMW en Munich



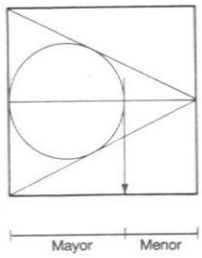
⑭ Sistema octagonal para construir pilares de sección cuadrada dividiendo cada lado en seis facetas, polígono de 48 lados trazado a partir de un triángulo equilátero → ⑬

PROPORCIONES

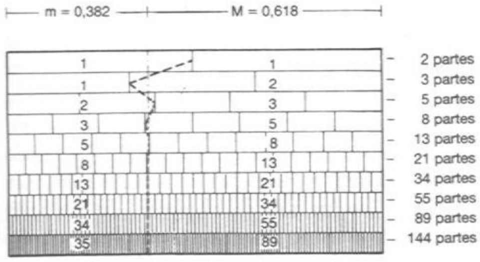
APLICACIÓN: EL MODULOR → 📖



① Construcción geométrica de la sección áurea

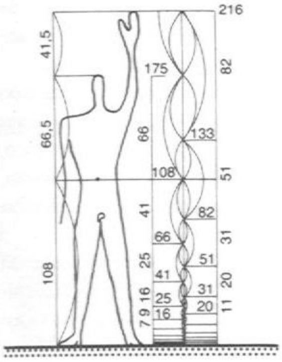


② Relación entre círculo, cuadrado y triángulo



Representación de la serie Lamesiana a partir de la «Teoría de las reglas de construcción» de E. Neufert

③ Serie geométrica basada en la sección áurea



$$G = 1 + \frac{1}{G}$$

$$G = 1 + \cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1\ldots}}}}}}$$

④ Proporciones del cuerpo humano

El arquitecto Le Corbusier desarrolló una teoría de las proporciones, basada en la sección áurea y en las medidas del cuerpo humano.

La «sección áurea» de un segmento se puede determinar geométrica o matemáticamente a través de fórmulas. La sección áurea significa que un segmento se puede dividir de manera que la relación entre la longitud total y la parte mayor es igual a la existente entre ésta y la parte menor → ①.

Esto quiere decir que la relación: total/mayor = mayor/menor representa la proporcionalidad entre cuadrado, círculo y triángulo → ②.

La sección áurea de un segmento también puede obtenerse a partir de la razón $G = 1 + \frac{1}{G}$. Ésta es la serie geométrica ilimitada más sencilla → ③.

Le Corbusier fijó tres intervalos del cuerpo humano que configuran una serie de razón áurea conocida como serie de Fibonacci. Se trata del pie, el plexo solar, la cabeza y los dedos con el brazo levantado (→ también figura básica de BEL). En un primer momento, Le Corbusier partió de la altura media de un europeo = 175 cm → p. 26-27, que dividió según la sección áurea en los valores 108,2 - 66,8 - 41,45 - 25,4 cm → ④.

Como esta medida corresponde prácticamente a 10 pulgadas inglesas, se consigue así una conexión con las medidas inglesas, aunque este vínculo se pierde en las dimensiones mayores.

Por ello, Le Corbusier procedió a la inversa en 1947, partiendo de 6 pies ingleses = 182,88 cm como altura del cuerpo humano.

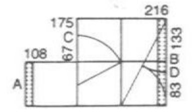
A partir de la proporción áurea construyó una serie roja → ⑤.

Como los intervalos de esta serie resultan demasiado grandes en la práctica, desarrolló otra serie, denominada azul, partiendo de 2,26 m (punta de los dedos con el brazo levantado) → ⑤.

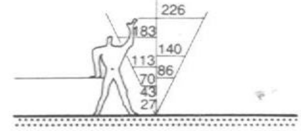
Finalmente, Le Corbusier tradujo los valores de las series roja y azul a valores utilizables en el sistema → ⑧.

Valores expresados en unidades del Sistema Internacional			
Serie roja: Ro		Serie azul: Az	
Centímetros	Metros	Centímetros	Metros
95280,7	952,80		
58886,7	588,86	117773,5	1177,73
36394,0	363,94	72788,0	727,88
22492,7	224,92	44985,5	449,85
13901,3	139,01	27802,5	278,02
8591,4	85,91	17182,9	171,83
5309,8	53,10	10619,6	106,19
3281,6	32,81	6563,3	65,63
2028,2	20,28	4056,3	40,56
1253,5	12,53	2506,9	25,07
774,7	7,74	1549,4	15,49
478,8	4,79	957,6	9,57
295,9	2,96	591,8	5,92
182,9	1,83	365,8	3,66
113,0	1,13	226,0	2,26
69,8	0,70	139,7	1,40
43,2	0,43	86,3	0,86
26,7	0,26	53,4	0,53
16,5	0,16	33,0	0,33
10,2	0,10	20,4	0,20
6,3	0,06	7,8	0,08
2,4	0,02	4,8	0,04
1,5	0,01	3,0	0,03
0,9		1,8	0,01
0,6		1,1	
etc.		etc.	

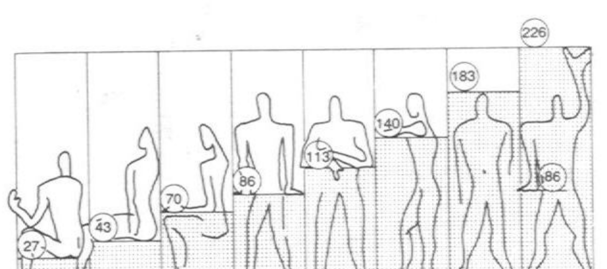
⑤ Valores numéricos exactos del Modulor según Le Corbusier



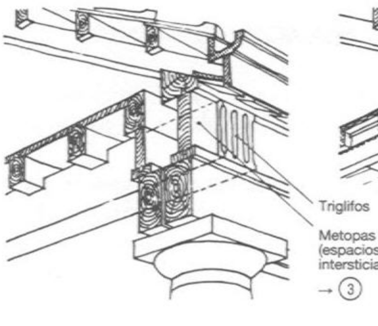
⑥ la unidad A = 108
el doble B = 216
la ampliación ∅ de A = C = 175
la reducción ∅ de B = D = 83



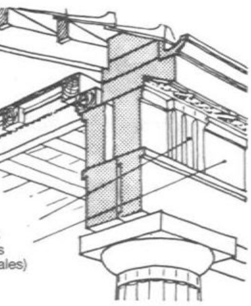
⑦ El Modulor



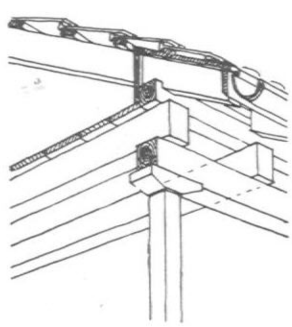
⑧ Valores numéricos ilimitados



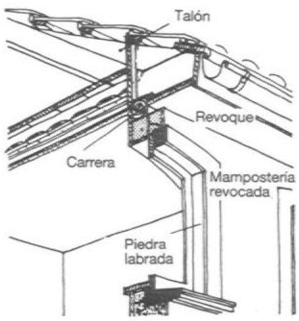
① Construcción de madera de la que proceden las formas del templo griego



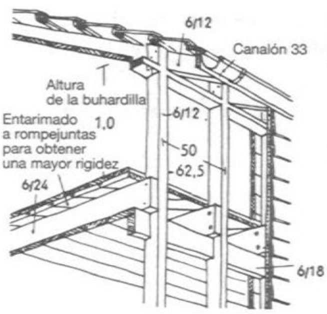
② Formas en piedra, tal como fueron adoptadas por los griegos a partir de ①



③ Construcción de madera parecida a ①, tal como sigue empleándose en la actualidad



④ La fábrica de mampostería necesita trabajar con precisión los cantos de las piedras



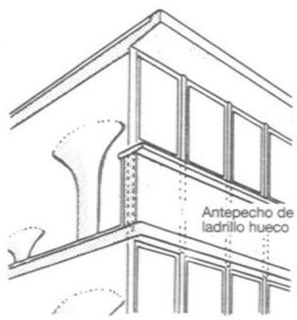
⑤ La estructura de madera clavada, funcional y económica, carece de una expresión propia; es conveniente ocultarla debajo de un revestimiento o revocarla



⑥ Estructura de hormigón armado con pilares situados en la pared exterior, por delante de los cuales pasa la mitad del antepecho que se apoya en el voladizo del forjado



⑦ Estructura de hormigón armado con pilares retrasados y un voladizo económico y ventajoso sobre el que se apoya el antepecho y la banda de ventanas



⑧ Forjado reticular de hormigón armado y esbeltos montantes de acero en la pared exterior entre las ventanas → p. 40

LOS ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS COMO RESULTADO DE UNA CORRECTA MANIPULACIÓN DE LOS MATERIALES

En los albores de la civilización las diferentes técnicas de tejer, anudar, encordar y trenzar condicionaron las primeras formas. Más adelante aparecieron las construcciones de madera que, en casi todas las culturas, constituyeron el origen de las formas arquitectónicas, lo que puede observarse incluso en los templos griegos → ① y ②.

Esta visión es relativamente nueva, pero cada vez es mayor el número de ejemplos que la corroboran.

Uhde ha realizado un estudio pormenorizado de este tema → 📖, demuestra de manera convincente que el origen de la arquitectura árabe, sobre todo de la Alhambra de Granada, se basa en las construcciones de madera. El tratamiento interior de las superficies en los edificios árabes se deriva, en cambio, de las técnicas de tejer (al igual que en los edificios griegos), aunque se hayan grabado con plantillas en el yeso, o construido con azulejos. En algunos espacios del Alcázar de Sevilla, como las esquinas del techo, se puede ver con claridad que el «enlace» en yeso con las paredes es idéntico al que se utilizaba para unir las telas de las tiendas de campaña por las esquinas; se ha trasladado directamente al yeso la forma derivada de la construcción de tiendas de campaña con telas.

Dadas unas condiciones análogas, las formas derivadas del tipo de material, técnica empleada y necesidad a satisfacer son iguales, o al menos muy parecidas, en todos los países y a través de todas las épocas. La existencia de tales «formas eternas» ha sido demostrada con ejemplos convincentes por V. Wersin → 📖. Se trata del parecido entre objetos de uso cotidiano del Lejano Oriente y de Europa, desde unos 3000 años a.C. a la actualidad.

Si se emplea otro material, se aplica otra técnica o varía la función a satisfacer, inevitablemente surgen formas distintas, aun cuando a veces la decoración oculte o falsee (Barroco) la forma básica, obtenida a partir de las condiciones existentes. Por consiguiente, el espíritu de la época es decisivo en el proceso de formalización arquitectónico.

En la actualidad, en los edificios antiguos interesa más la cuestión de cómo surgió la forma artística, que el resultado. Toda técnica de construcción logra al fin su forma eterna, su expresión fundamental que a partir de entonces se perfecciona y afina. Ahora todavía buscamos la expresión más adecuada para las construcciones de hormigón, acero y vidrio; en el caso de las grandes construcciones industriales se han conseguido extraordinarias creaciones, pues la necesidad de tener una gran superficie acristalada facilita la claridad en la expresión del sistema constructivo → ⑥.

La disposición clara de los elementos de un edificio, de acuerdo con sus requisitos técnicos específicos, ofrece posibilidades para crear formas nuevas, tanto en los detalles, como en el conjunto. Aquí se encuentran nuevos estímulos para nosotros, arquitectos.

Sin embargo, es un error creer que a nuestra época tan solo le corresponde elaborar construcciones, para que las épocas venideras cultiven la forma pura a partir de ellas → ②. Todos los arquitectos tienen el deber de materializar sus ideas artísticas, utilizando las posibilidades técnicas que le ofrece su época, para de este modo configurar obras que se integren plenamente en su momento histórico → p. 41. Esto supone: tacto, dominio, adaptación al entorno, unidad orgánica entre edificio, espacio y construcción y una bien determinada relación entre el espacio interior y el exterior, independientemente de la satisfacción de las necesidades técnicas, organizativas y económicas.

Incluso grandes artistas con una creatividad innata, que «tienen algo que decir», se han sometido a tales ataduras y se han dejado influir por el «espíritu de la época».

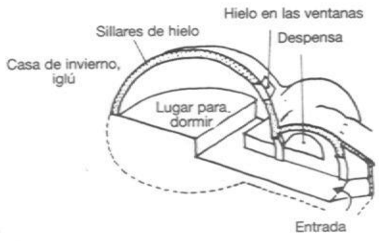
Paradójicamente, cuanto más clara sea la manera de pensar o la visión del mundo de un artista, cuanto más madura y más duradera sea su obra, tanto más atemporal será ésta, al igual que ocurre con todo el verdadero arte.

LAS FORMAS ARQUITECTÓNICAS COMO RESULTADO DE LA CONSTRUCCIÓN

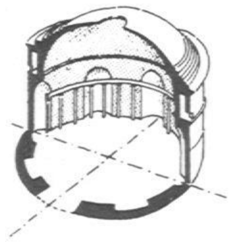
BÓVEDAS



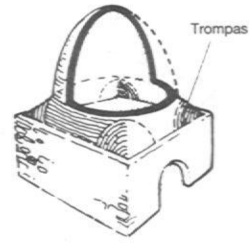
(1) Los hombres primitivos construían sus cabañas circulares con materiales del entorno: piedras, estacas y lianas trenzadas, que revestían con hojas, paja, cañas o pieles



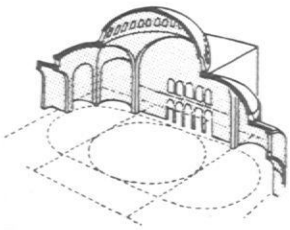
(2) Los esquimales construyen sus casas de verano con costillas de ballena recubiertas con pieles y ventanas de tripas de foca, que recuerdan el wigwam de su patria original. De manera análoga construyen su casa de invierno, el iglú



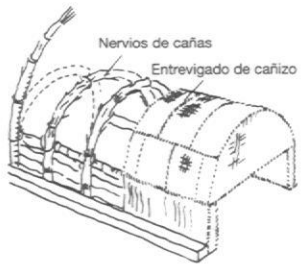
(3) Los romanos construyeron las primeras cúpulas de piedra sobre una planta circular; el Panteón es el ejemplo más puro



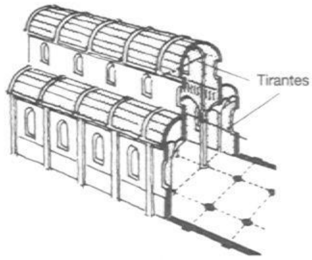
(4) En Persia, los Sasánidas (siglo VI), partían de una planta cuadrada para construir sus primeras cúpulas. Transición del cuadrado al círculo mediante «trompas»



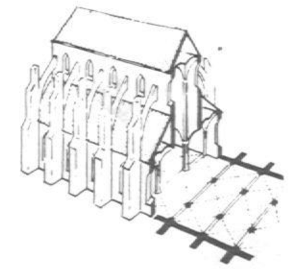
(5) Los maestros de obra bizantinos construyeron hace 1400 años las cúpulas de Santa Sofía sobre una planta rectangular, claramente visibles desde el exterior, pero ocultas en el interior por efectos ópticos (desmaterialización)



(6) Junto a las formas circulares, la bóveda de cañón se puede encontrar en muchos países como cubierta, formada por nervios de cañas y entrevigado de cañizo (tipo constructivo de Mesopotamia)

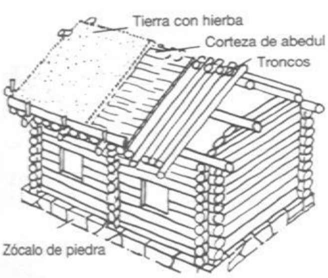


(7) ... de piedra, primero en la época romana, y luego en la arquitectura románica (ejemplo: iglesia de Sibenik, Yugoslavia)



(8) Partiendo de la bóveda de arista (intersección de dos bóvedas) y empleando el arco apuntado, en el gótico surgieron soberbias bóvedas estrelladas y reticulares, cuya transmisión de fuerzas se convirtió en característica fundamental de este estilo (contrafuertes y arcos botareles)

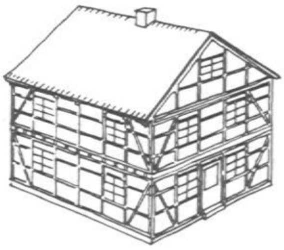
MADERA



(9) Las construcciones realizadas con troncos de árboles tienen el mismo aspecto en todos los países ricos en madera



(10) En las regiones pobres en madera se desarrolló el edificio con una estructura de madera (pilares aislados con ventanas entre ellos). Para conseguir un conjunto rígido se colocaban cruces de San Andrés en los antepechos

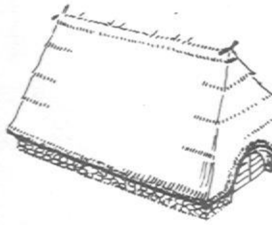


(11) En contraposición al ejemplo anterior se encuentran las estructuras de entramado de madera con ventanas aisladas, tornapuntas en las esquinas y entrepaños rellenos con ramas de sauce y barro

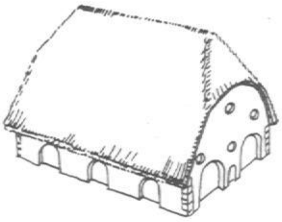


(12) La construcción con tableros preparados en taller permite una puesta en obra rápida y económica

PIEDRA



(13) Las casas construidas con piedra, sin emplear mortero, sólo permiten zócalos bajos. Por eso las primeras casas de piedra prácticamente estaban formadas por una cubierta y una entrada mínima



(14) Trabajando la piedra se pueden conseguir paredes más altas, y el uso del mortero incluso permite practicar aberturas arqueadas



(15) En una época posterior, los vanos se enmarcan y se refuerzan las esquinas con sillares cuidadosamente cortados, rellenando el resto de los muros con mampostería irregular que se revoca

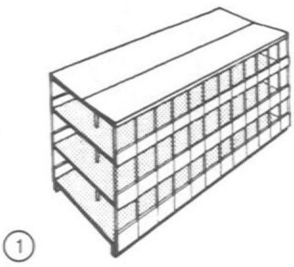


(16) El deseo de disponer de ventanas cada vez más grandes en los edificios urbanos llevó a construcciones con pilares de piedra, que recuerdan los entramados de madera → (10)

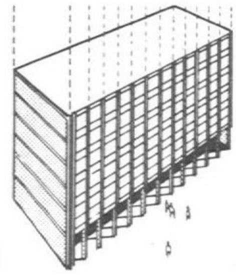
La construcción es siempre la base del proceso de formalización mediante el cual se obtienen formas puras y a menudo vacías de contenido. Al aparecer nuevos materiales de construcción las formas se trasladan a éstos. Desde las tumbas licias de piedra, en las que cualquier lego puede ver que la forma básica proviene de la madera, hasta los automóviles de principios de siglo, que imitaban los carruajes de caballos (incluida la cuja para el látigo), se encuentran innumerables ejemplos).

La base de todo proceso de formalización siempre es la construcción, las formas obtenidas se van purificando con el paso del tiempo y al aparecer nuevos materiales de construcción se trasladan a éstos, a menudo perdiendo contenido.

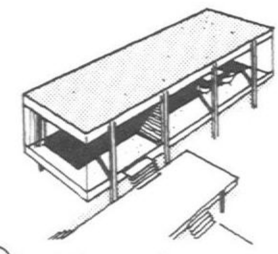
ACERO



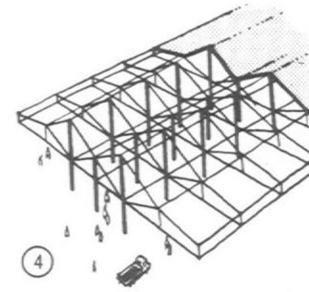
①



②



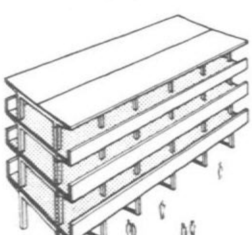
③ Arq.: L. Mies van der Rohe



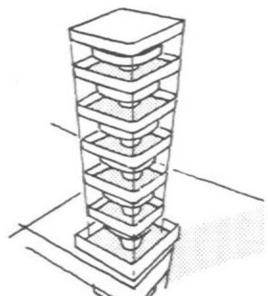
④

Las construcciones realizadas exclusivamente con acero ofrecen una apariencia de liviandad, pues sus pilares apenas son perceptibles → ①, pero no están permitidas en todos los sitios. Sólo en algunos casos excepcionales se autoriza la presencia de pilares de acero sin recubrir en el exterior → ②. En combinación con vigas vistas en el exterior, aquí se muestran formas con grandes espacios abiertos y un aspecto especialmente liviano y a la vez sólido → ③. Las naves ligeras, abiertas y con pocos pilares y grandes voladizos constituyen el campo de aplicación del aluminio o el acero → ④.

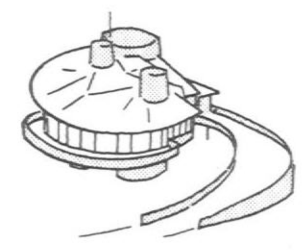
HORMIGÓN ARMADO



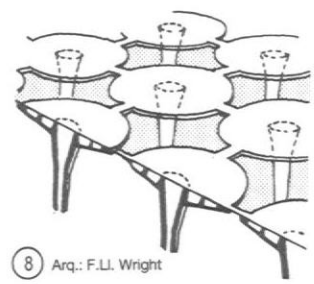
⑤



⑥ Arq.: F.Ll. Wright



⑦ Arq.: F.Ll. Wright



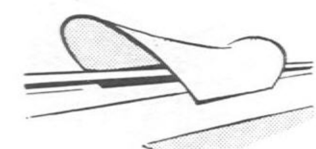
⑧ Arq.: F.Ll. Wright

En muchos casos las ordenanzas de edificación exigen sistemas constructivos resistentes al fuego, de manera que los elementos de acero se han de revestir y por lo tanto adquieren el aspecto del hormigón armado → ⑤. La característica más típica de estas construcciones son los forjados en voladizo apoyados sobre jácenas → ⑤ o en un núcleo-torre → ⑥, núcleo-casa → ⑦ o los forjados reticulares apoyados en pilares fungiformes → ⑧.

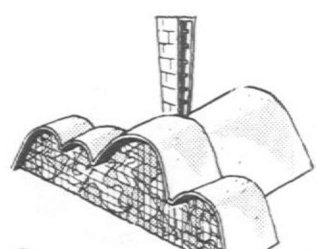
CUBIERTAS LAMINARES



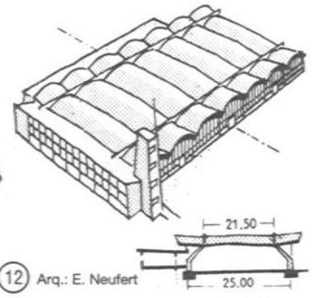
⑨



⑩



⑪ Arq.: O. Niemeyer



⑫ Arq.: E. Neufert

El reparto de las solicitaciones en todas las direcciones de una superficie permite emplear hormigón armado para construir cúpulas cortadas por planos → ⑨, láminas longitudinales con doble curvatura → ⑩, bóvedas alineadas → ⑪ o bóvedas con pilares inclinados en los puntos de momento nulo → ⑫.

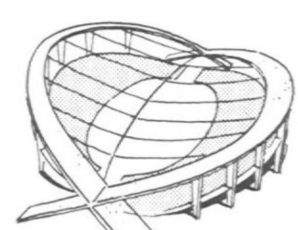
CUBIERTAS SUSPENDIDAS



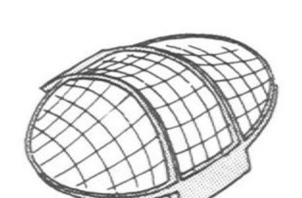
⑬



⑭



⑮ Arqs.: M. Novicki y M. Deitrick

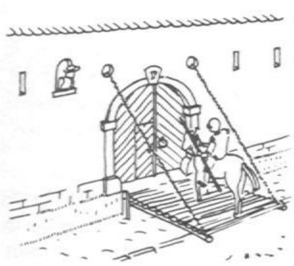


⑯

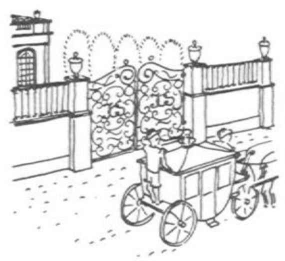
Las estructuras colgantes ya se utilizaban en las construcciones primitivas para salvar grandes luces → ⑬. La carpa de un circo es la superficie suspendida más conocida → ⑭. Las superficies suspendidas de hormigón armado, en conexión con vigas perimetrales, permiten edificios económicos e impresionantes → ⑮, y ofrecen también la posibilidad de construir grandes voladizos → ⑯.

Nuestra época ha vuelto a desarrollar las formas a partir de la construcción basándose, no sólo en la resistencia de los materiales, sino también profundizando en la esencia de las nuevas técnicas y buscando una expresión que armonice con el encargo arquitectónico concreto. La diferencia decisiva se encuentra en la búsqueda de la forma a partir de la construcción, y se opone al historicismo decimonónico, que aplicaba las formas existentes como mera «decoración» en todos los edificios, ya fueran de piedra, madera o yeso.

ACCESOS



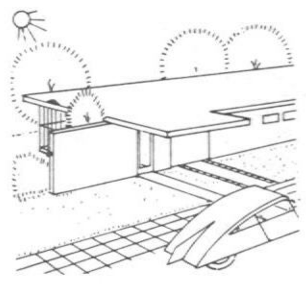
(1) Hacia 1500 la casa o la ciudad estaban amuralladas y cerradas con pesadas puertas



(2) Hacia 1700 los muros y las verjas ya sólo eran un cierre con cierto grado de transparencia

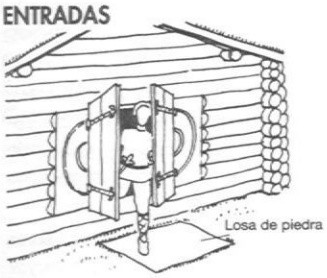


(3) En el siglo XIX la casa cerrada se sitúa detrás de una valla de poca altura

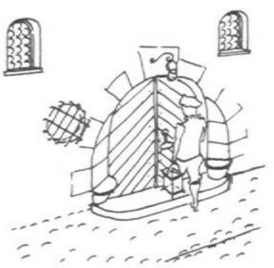


(4) En el siglo XX desaparecen todos los límites (sobre todo en América); la casa se sitúa en grandes parques comunitarios, entre árboles

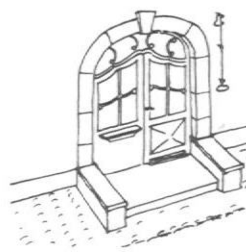
ENTRADAS



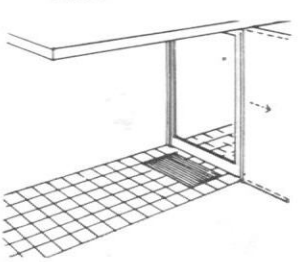
(5) Hacia el año 1000 las casas de troncos de madera tenían una puerta baja con un umbral elevado (carecían de ventanas y la luz entraba por aberturas en la cubierta)



(6) Hacia 1500 eran frecuentes los grandes portones con pesadas aldabas y las ventanas enrejadas



(7) Hacia 1700 empiezan a abundar las puertas parcialmente acristaladas y las campanillas

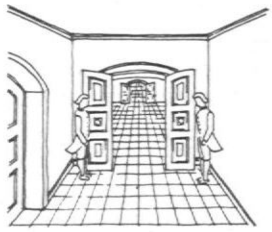


(8) En el siglo XX la puerta de vidrio armado y reflectante, se abre automáticamente con un sensor electrónico y anuncia al mismo tiempo la llegada de un visitante

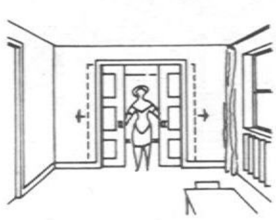
RELACIONES INTERIORES



(9) Hacia 1500 puertas bajas y pesadas, celdas con escasa luz natural, suelo de tablas cortas y anchas



(10) Hacia 1700 amplias puertas de dos hojas alineadas a lo largo de las habjtaciones, suelos de parqué



(11) Hacia 1900 puertas correderas para unir espacios, suelos de linóleo, ventanas correderas y cortinas



(12) En el siglo XX tabiques correderos de accionamiento eléctrico y ventanas descendentes de vidrio reflectante; toldos enrollables como protección solar

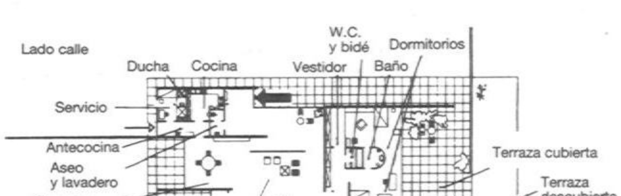
PLANTAS



(13) La casa de madera, hacia 1500, es el resultado del paisaje, del sistema constructivo (troncos de árboles) y la manera de vivir (ventanas pequeñas)



(14) Casa de muros de piedra, hacia 1500. Los muros sirven de protección contra los enemigos y el frío; ocupan tanta superficie en planta como las propias habitaciones

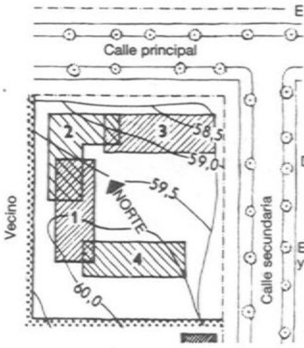


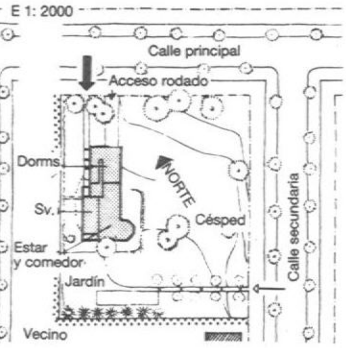
(15) La casa del año 2000 se aguanta sobre delgados pilares de acero, y sus tabiques y paredes exteriores son independientes de la estructura portante. Entre la sala de estar, el comedor y el vestíbulo no hay puertas, sólo una separación espacial
Arq.: Mies van der Rohe

Entre el s. XVI —la época de la quema de brujas, de la superstición, de las vidrieras emplomadas y las casas parecidas a fortalezas, cuyo lenguaje formal aún se desea en la actualidad en algunos sitios— y nuestra época, media un gran desarrollo técnico y económico, así como una profunda transformación espiritual. En los edificios, sus elementos y otros objetos y manifestaciones de los siglos intermedios, se reconoce con claridad que se tiende a construir edificios más ligeros y luminosos. Para el hombre moderno, la casa ya no es una fortaleza frente a los enemigos, ladrones o demonios, sino un marco apacible, bello y liberador para vivir ligado a la Naturaleza y protegido de los rigores climáticos.

De todas maneras, esta idea cada uno la imagina de forma diferente; de la fuerza creativa de cada individuo dependerá su sensibilidad y su capacidad para dar una expresión visible a sus sentimientos, a través de los materiales → p. 38.
Para ello es fundamental que los propietarios participen en el programa. Algunos clientes y arquitectos aún se encuentran, en cuanto a manera de pensar y sentir se refiere, en el siglo XV; sólo unos pocos se encuentran de verdad en el siglo XX. Una correspondencia entre la sensibilidad del cliente y la del arquitecto contribuirá a un feliz resultado.

E 1: 2000



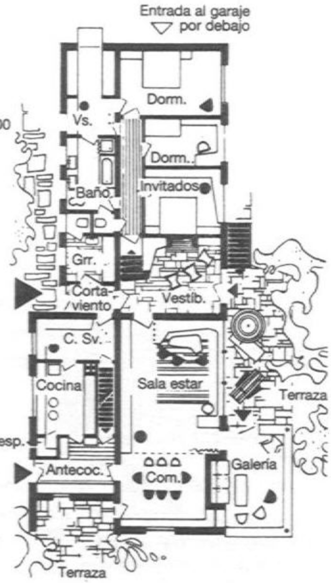


① Cuatro propuestas de emplazamiento en un solar de 3000 m², con declive hacia el NE. La propuesta número 4 era la prevista por el cliente, finalmente se adoptó la número 1. → ②

② Al situar así el edificio, la fachada principal se orienta al SE con vistas al valle, las dependencias de servicio al O y el acceso rodado y la entrada directa desde la calle al N.



Escala 1:400



③ Anteproyecto para una vivienda unifamiliar con un guardarropa deficiente y un cortavientos excesivo. La antecocina y el baño son demasiado estrechos, los peldaños en el pasillo son peligrosos y desde la cocina no se controla el acceso a la casa.

④ Anteproyecto ③ una vez corregido. Mejor relación entre los diferentes espacios. La planta de dormitorios, debido al desnivel del solar, queda a 2,5 m por encima del terreno, mientras que el garaje está al mismo nivel. Arq.: E. Neufert.

Programa de construcción

El trabajo se inicia elaborando un programa exhaustivo con ayuda de un arquitecto con experiencia y basándose en el cuestionario → pp. 43 y 44.

Antes de empezar a diseñar se han de conocer:

1. Situación, tamaño y topografía del solar.
   Situación de las conducciones de suministro de agua y de la red de saneamiento, las ordenanzas municipales, etc.
   Estos datos se han de obtener a través de un topógrafo, de la oficina del catastro y del servicio de urbanismo del Ayuntamiento.
2. Necesidades de espacio; superficie, altura y relaciones entre las diferentes salas y habitaciones.
3. Dimensiones de los muebles preexistentes.
4. Medios económicos disponibles para la compra del solar, la construcción del edificio, su puesta a punto, etc. → pp. 45-52.
5. Sistema constructivo a emplear, pues desde el primer momento un edificio de ladrillo será diferente a uno de estructura metálica.

A continuación se inicia, a la misma escala, el dibujo esquemático de las diferentes salas en forma de rectángulos sencillos con la superficie correspondiente y señalando las relaciones entre ellas → p. 234; también debe indicarse la orientación respecto al Sol.

Durante este trabajo, al proyectista se le va haciendo cada vez más claro el encargo y empieza a visualizarlo.

Pero antes de empezar con el proyecto se ha de situar el edificio en el solar, teniendo en cuenta los resultados anteriores.

Para ello, es decisiva la orientación solar, los vientos dominantes, las posibilidades de acceso, los árboles existentes y las fincas colindantes. Es necesario agotar todas las posibilidades valorando en cada caso los pros y los contras → ① siempre y cuando no aparezca desde el comienzo una única solución.

Basados en estas consideraciones la solución suele encontrarse con rapidez y empieza a dibujarse la forma del edificio con mayor claridad → ②. Ahora ya puede empezar a esbozarse el primer proyecto a partir de las relaciones organizadoras y orgánicas del encargo.

Mediante este proceso, el proyectista obtiene una idea esquemática del conjunto del edificio y de su atmósfera espacial y a partir de ahí puede materializar su aspecto en planta y alzado.

Según el temperamento del proyectista, la primera concreción de este proceso es un esbozo al carbón o un modelo aproximado realizado con papeles recortados.

A menudo, dibujantes auxiliares poco diestros hacen que se pierda el valor de este primer croquis.

Con la experiencia y el carácter del proyectista suele aumentar la claridad de las primeras ideas. Los arquitectos maduros, con una larga experiencia, suelen ser capaces de dibujar a mano alzada y a escala precisa el proyecto definitivo con todos sus detalles.

De esta manera suelen surgir los proyectos tardíos, de gran claridad, pero faltos de la audacia de las primeras obras.

Tras completar el anteproyecto → ③ es recomendable dejar pasar de 3 a 14 días para lograr un distanciamiento que permita ver con mayor claridad sus defectos y, además, incorporar las nuevas ideas que a buen seguro habrán surgido, pues el paso del tiempo ayuda a eliminar ciertas coacciones, en parte mediante conversaciones con los colaboradores o el cliente.

A continuación empieza la elaboración del proyecto, la discusión con el calculista, el ingeniero de calefacción, agua y electricidad, la elección del sistema constructivo y las instalaciones.

Finalmente, pero a veces ya antes, los planos del proyecto se entregan a la autoridad competente para que se tramiten los permisos de obra, que suelen tardar de 3 a 6 meses.

Durante este período se presupuesta la obra y se especifican los trabajos para sacarlos a concurso, utilizando formularios → 📖, de manera que al obtener el permiso ya se tengan todas las ofertas y en seguida puedan adjudicarse los trabajos e iniciarse las obras.

El proceso descrito hasta aquí requiere, en el caso de grandes viviendas unifamiliares, de 2 a 3 meses de tiempo desde la formalización del encargo hasta el inicio de las obras y en el caso de grandes edificios (hospitales, etc.) de 3 a 12 meses.

No debería escatimarse tiempo en la elaboración del proyecto, pues una preparación cuidadosa permite después un ahorro de tiempo en la ejecución y, además, reduce los intereses de construcción. Una ayuda importante son el cuestionario → pp. 43 y 44 y el listado de materiales → p. 53.

A menudo se escatima el trabajo de planificación y se empieza la obra con la documentación incompleta. La consecuencia suele ser que los dibujos «definitivos» y los costes reales sólo se conocen cuando la obra está casi finalizada.
En este caso apenas sirven las advertencias y consejos al cliente, sino únicamente la rapidez del arquitecto a la hora de trabajar y su buena preparación tanto en el despacho como a pie de obra.
En todos los edificios se plantean casi siempre las mismas preguntas. Un cuestionario que abarque todos los detalles acelera el proceso si se contesta en el momento de plantear el encargo. Seguramente será necesario realizar algunas puntualizaciones adicionales, pero hay aspectos tan universales, que el cuestionario puede ser útil para cualquier construcción, aunque sólo sea como estímulo.
El cuestionario que se reproduce a continuación es únicamente un ejemplo de cómo puede ser un formulario impreso, que ahorra trabajo en un despacho rentable junto a otros impresos para presupuestos, pliegos de condiciones, etc. → pp. 45-52.

Cuestionario para el informe de encargo
Informe para el encargo número:
Cliente:
Encargo:
Realizado por:
Copia para:

I. Información sobre el cliente
1. ¿Cuál es la importancia de la empresa? ¿Cuál es su situación financiera? ¿Número de empleados? ¿Capital total? ¿De dónde procede la información? (Los datos recogidos han de proceder de una fuente de total confianza.)
2. ¿Qué aspecto ofrece la empresa?
3. ¿Con quién debemos tratar? ¿Quién es su sustituto? ¿Quién tiene la última palabra?
4. ¿Qué deseos especiales, desde el punto de vista artístico, posee el cliente?
5. ¿Qué ideas tiene en general sobre las artes plásticas? ¿Y en especial sobre nuestra manera de trabajar?
6. ¿Qué características personales del cliente se han de considerar?
7. ¿Quién nos pone dificultades? ¿Por qué? ¿Qué consecuencias puede tener?
8. ¿Le importa al cliente que más adelante se publique el edificio?
9. ¿Ha de comprender los dibujos un lego?
10. ¿Quién se ha encargado antes del asesoramiento arquitectónico?
11. ¿Por qué motivos no se le ha planteado al arquitecto anterior este encargo?
12. ¿Tiene previsto el cliente realizar otros edificios más adelante? ¿Cuáles? ¿De qué envergadura? ¿Cuándo? ¿Ya se han preparado anteproyectos? ¿Hay posibilidades de que obtengamos el encargo? ¿Qué medidas se han adoptado para conseguirlo? ¿Con qué resultado?

II. Honorarios
1. ¿Cuál es la base para calcular los honorarios?
2. ¿Qué proporción se destina a la decoración interior?
3. ¿Se ha de utilizar como base para el cálculo de los honorarios el coste estimado de las obras?
4. ¿Cuál es el coste estimado de las obras?
5. ¿Nos encargaremos de la decoración interior?
6. ¿Se ha firmado un contrato o se ha dejado constancia por escrito de estos acuerdos?

III. Personas y empresas relacionadas con el encargo
1. ¿Con quién hemos de discutir el proyecto?
2. ¿Con quién hemos de discutir cada uno de los temas específicos?
3. ¿Quién controla los gastos?
4. ¿Cómo se efectuarán los pedidos y cómo se supervisarán?
5. ¿Se pueden realizar pedidos directamente a nombre del propietario? ¿Hasta qué suma? ¿Existe para ello una autorización por escrito?
6. ¿Qué constructor recomienda el cliente?
   Profesión: Dirección: Teléfono:
7. ¿Se necesita un director de obra? ¿Es deseable? ¿Ha de tener una gran experiencia o es preferible que sea joven? ¿Cuándo? ¿Fijo o temporal? ¿Cuánto tiempo?
8. ¿El cliente está de acuerdo con nosotros sobre las atribuciones del director de obra?
9. ¿Nos facilitará el cliente un local que pueda servir de oficina de obra y las correspondientes instalaciones de teléfono, fax, ordenador, etc.?

IV. Generalidades
1. ¿Se ha de encargar una valla para cercar la obra, en caso de que no exista ya un cerramiento? ¿Se podrá alquilar a alguna empresa de publicidad? ¿Se ha de colocar un cartel con datos sobre la obra? ¿Qué datos ha de contener?
2. ¿Dirección exacta de la obra? ¿Qué nombre recibirá el edificio?
3. ¿Nombre de la estación de Metro más cercana?
4. ¿Nombre de la estafeta de correos más cercana?
5. ¿Habrá teléfono en la obra? ¿Existe algún teléfono público en las proximidades?
6. ¿Horario laboral de los trabajadores?

V. Encargo arquitectónico
1. ¿Quién ha detallado el programa del edificio? ¿Es exhaustivo? ¿Hemos de complementarlo nosotros o alguien más? ¿Ha de volver a recibir el visto bueno del cliente antes de empezar la obra?
2. ¿Con qué edificios existentes, o por construir, ha de relacionarse la obra? → VIII, 9.
3. ¿Qué ordenanzas municipales o estatales ha de cumplir? ¿A qué plan urbanístico se ha de ajustar?
4. ¿Qué bibliografía específica existe sobre este tipo de edificios? ¿Qué documentación podemos encontrar en nuestros archivos?
5. ¿Dónde se han construido edificios similares que puedan servir de modelo?
6. ¿Quién está en condiciones de visitarlos?

VI. Bases del diseño
1. ¿Qué aspecto tiene el entorno? ¿Y el paisaje? ¿Qué árboles podemos encontrar? ¿Cuál es el clima? ¿Cuál es la orientación solar? ¿Cuáles son los vientos dominantes?
2. ¿Qué formas tienen los edificios existentes en los alrededores? ¿Con qué materiales están construidos? → VIII, 9.
3. ¿Tenemos diapositivas de los alrededores? ¿Sabemos desde dónde están tomadas? ¿Se han encargado?
4. ¿Qué otros aspectos se han de tener en cuenta en el diseño?
5. ¿Cuál es la altura y el número de plantas de los edificios circundantes? ¿Cuál es la alineación de las calles perimetrales? ¿Cuál es la profundidad edificable? ¿Está prevista la apertura de alguna calle más? ¿Existen árboles (tamaño, tipo)?
6. ¿Qué futuros equipamientos se han de prever ya ahora?
7. ¿Es deseable realizar un plan general de urbanización?
8. ¿Existen ordenanzas específicas para el aspecto exterior de las construcciones de nueva planta en este emplazamiento?
9. ¿Quién es el encargado de conceder la licencia de obras desde un punto de vista artístico? ¿Cuáles son sus ideas? ¿Es aconsejable presentar ya el anteproyecto?
10. ¿Quién es el máximo responsable administrativo? ¿Cómo se puede conocer su dictamen? ¿Cuánto tiempo tardará en resolverse una posible apelación?

Proyectar

VII. Características técnicas

1. ¿Qué tipo de subsuelo hay?
2. ¿Se han efectuado ensayos geotécnicos? ¿En qué puntos? ¿Qué resultados se han obtenido?
3. ¿Cuál es la resistencia del terreno?
4. ¿A qué profundidad se encuentra normalmente el nivel freático? ¿Hasta dónde puede subir?
5. ¿Ha existido alguna construcción en el solar? ¿Cómo era? ¿Cuántos pisos tenía? ¿Qué profundidad tenía el sótano?
6. ¿Qué tipo de cimentación parece la más adecuada?
7. ¿Cómo se construirá el edificio? En particular:
   Solera del sótano: ¿Tipo? ¿Carga máxima? ¿Revestimiento? ¿Pintura de protección? ¿Impermeabilización frente al agua del subsuelo?
   Forjado de la planta baja: ¿Material? ¿Carga máxima? ¿Con qué? ¿Revestimiento?
   Forjado de la primera planta: ¿Tipo? ¿Carga máxima? ¿Con qué? ¿Revestimiento?
   Cubierta: ¿Tipo? ¿Carga máxima? ¿Con qué? ¿Revestimiento? ¿Pintura de protección? ¿Canalón? ¿Bajantes en el interior o en el exterior?
8. ¿Qué tipo de aislamiento se ha de colocar? ¿Contra el ruido? ¿En vertical? ¿En horizontal? ¿Contra las vibraciones? ¿Contra el calor? ¿En vertical? ¿En horizontal?
9. ¿Cómo serán los pilares? ¿Cómo será el cerramiento perimetral? ¿Cómo serán las divisiones interiores?
10. ¿Cómo se construirá la escalera? ¿Qué cargas recibirá?
11. ¿Cómo serán las ventanas? ¿De acero? ¿De madera? ¿De PVC? ¿De aluminio? ¿Qué tipo de acristalamiento? ¿Doble, sencillo o con cámara de aire? ¿Abrirán hacia adentro o hacia afuera?
12. ¿Cómo serán las puertas? ¿De acero? ¿De madera contrachapada? ¿Correderas? ¿Resistentes al fuego? ¿Con picaporte? ¿Con cerradura?
13. ¿Qué sistema de calefacción se empleará? ¿Qué tipo de combustible? ¿Cuánto tiempo han de durar las reservas de combustible? ¿Gas-oil? ¿Electricidad? ¿Extracción de cenizas? ¿Depósito para las cenizas? ¿Cisterna de agua de lluvia para llenar la instalación?
14. ¿Cómo será la instalación de agua caliente? ¿Qué cantidad se necesitará? ¿A qué horas? ¿Dónde? ¿Cuál es la dureza del agua de la red de suministro? ¿Se instalará un purificador?
15. ¿Cómo será el sistema de ventilación? ¿Cuál será el tiempo de renovación del aire? ¿En qué salas? ¿Es necesario un extractor de gases y humos?
16. ¿Habrá un sistema de refrigeración? ¿De qué tipo?
17. ¿Cómo es el abastecimiento de agua? ¿∅ de la canalización? ¿∅ de las bocas de incendio? ¿Cuál es la presión del agua? ¿Experimenta grandes variaciones? ¿Cuáles? ¿Precio del m^3 de agua? ¿Se colocarán grifos en el exterior?
18. ¿Cómo se evacuan las aguas residuales? ¿Conexión a la red pública de alcantarillado? ¿En dónde? ¿Qué ∅ tiene la canalización principal? ¿A qué profundidad se encuentra? ¿A dónde va a parar la canalización? ¿Se puede construir un pozo negro? ¿Está permitido? ¿Balsa propia de depuración? ¿Sólo por medios mecánicos o también biológicos?
19. ¿Qué ∅ tiene la canalización de gas? ¿Cuál es el poder calorífico? ¿Precio del m^3? ¿Hay una tarifa reducida para grandes consumos? ¿Existe una normativa especial para la instalación de gas? ¿Ventilación?
20. ¿Cómo será el alumbrado? ¿Tipo de corriente? ¿Tensión nominal? ¿Posibilidades de conexión? ¿Límite de consumo? ¿Precio del kW para luz? ¿Precio del kW para fuerza? ¿Existe una tarifa nocturna? ¿Durante qué horas? ¿Rebaja para grandes consumos? ¿Estación transformadora? ¿Generador propio? ¿Diesel, turbina de vapor o molino de viento?
21. ¿Cómo será la instalación telefónica? ¿Automática? ¿Centralita? ¿Cabinas? ¿Dónde?
22. ¿Señales de llamada? ¿Acústicas? ¿Luminosas?
23. ¿Tipo de ascensores? ¿Cargas máximas? ¿Descarga a nivel del suelo o a través de una plataforma? ¿Velocidad? ¿El cuarto de maquinaria estará arriba o abajo?
24. ¿Qué otros medios de transporte deben instalarse? ¿Dimensiones? ¿Recorrido? ¿Capacidad? ¿Correo neumático?
25. ¿Vertederos y tolvas? ¿En dónde? ¿Tamaño? ¿Para qué tipo de residuos? ¿Incineración de basuras? ¿Prensa de papel?
26. Etcétera.

VIII. Documentación necesaria para el proyecto

1. ¿Se ha comprobado la inscripción del solar en el Registro de la Propiedad? ¿Existe una copia? ¿Contiene algún dato a tener en cuenta en el proyecto?
2. ¿Tenemos un plano de la localidad? ¿Lo hemos encargado? ¿Están indicadas las vías de circulación y los medios de transporte?
3. ¿Tenemos un plano de situación? ¿Lo hemos encargado? ¿Es de alguna entidad oficial?
4. ¿Tenemos un plano topográfico? ¿Lo hemos encargado?
5. ¿Tenemos un plano con la red de suministro de agua?
6. ¿Tenemos un plano con la red pública de saneamiento?
7. ¿Tenemos un plano con la red de suministro de gas?
8. ¿Tenemos un plano con la red de suministro de electricidad? ¿Es subterránea o aérea?
9. ¿Se ha fotografiado el entorno? ¿Conocemos el sistema constructivo de los edificios circundantes?
10. ¿Se han señalizado los puntos de referencia utilizados en el plano topográfico?
11. ¿Se necesita un plano de desmontes y nivelación del terreno?
12. ¿Dónde se ha de solicitar la licencia de obras? ¿Cuántas copias del proyecto se han de entregar? ¿Tamaño de los dibujos? ¿Fotocopias? ¿Encuadernadas? ¿Azul? ¿Rojo? ¿Cómo se han de colorear los planos?
13. ¿Qué requisitos han de cumplir los cálculos de la estructura? ¿Quién se encargará de supervisar los planos? ¿Quién es el máximo responsable?

IX. Documentos de contrata

1. ¿A qué distancia de la estación de mercancías se encuentra la obra?
2. ¿Existe un ramal de enlace hasta la obra? ¿Es de ancho normal o de vía estrecha? ¿Cuáles son las posibilidades de descarga?
3. ¿En qué estado se encuentran las vías de acceso rodado?
4. ¿Qué almacenes existen para el material suministrado? ¿Cuántos m^2 al aire libre? ¿Cuántos m^2 a cubierto? ¿A qué nivel respecto de la obra? ¿Pueden trabajar varios contratistas simultáneamente sin molestarse?
5. ¿Se encarga el propio cliente de contratar determinados trabajos y el suministro de algunos materiales? ¿Cuáles? ¿Limpieza de la obra? ¿Vigilancia? ¿Trabajos de jardinería?
6. ¿Se pueden efectuar pagos por adelantado? ¿Qué plazos se han fijado?
7. ¿Cuáles son los materiales que más se utilizan en el lugar? ¿Cuáles son especialmente baratos? ¿Cuánto cuestan?

X. Plazos de entrega

1. ¿Croquis para discutir con los colaboradores?
2. ¿Croquis para discutir con el cliente?
3. ¿Anteproyecto (a qué escala) con presupuesto estimativo?
4. ¿Proyecto (a qué escala)?
5. ¿Presupuesto?
6. ¿Entrega de los planos y documentación necesaria para solicitar la licencia de obra?
7. ¿Duración prevista de los trámites para obtener el permiso de construcción? ¿Qúe camino recorren? ¿Existen posibilidades de acelerarlos?
8. ¿Proyecto de ejecución?
9. ¿Comienzo del concurso de adjudicación?
10. ¿Fecha máxima de recepción de ofertas?
11. ¿Adjudicación de la obra? ¿Plazos de ejecución de las obras?
12. ¿Inicio de las obras?
13. ¿Entrega provisional de la obra?
14. ¿Entrega definitiva de la obra?
15. ¿Liquidación de cuentas?

ORGANIZACIÓN

A Definición de conceptos
1.0 Proyecto básico
2.0 Proyecto de ejecución y dirección de obra
B Tareas necesarias para ejecutar la obra
1.0 Planificar la ejecución
1.1 Definición de tareas/Contenidos
1.2 Objetivos/Riesgos de planificación
1.3 Medios/Instrumentos para planificar la ejecución
* Dibujos de ejecución
* Dibujos parciales (detalles, elementos singulares)
* Dibujos especiales
* Libro de obra
2.0 Adjudicación de la obra
2.1 Definición de tareas/Contenidos
2.2 Objetivos/Riesgos de la adjudicación
2.3 Medios/Instrumentos para adjudicar la obra
* El BGB
* Las VOB (apartados A/B/C, observaciones previas)
* Redacción de las tareas (listado y programación de las tareas)
* El libro de tareas estándar
* Los modelos Lv
* Las exigencias a los fabricantes
3.0 Supervisión de la obra
3.1 Definición de tareas/Contenidos
3.2 Objetivos/Riesgos de la supervisión
3.3 Medios/Instrumentos para la supervisión de obras
* Las recomendaciones de la AVA, medios/instrumentos para la planificación de obras (dibujos, contratos de ejecución)
* Las técnicas de organización/planificación (diagramas de barras, diagramas lineales, mallas)
C Bibliografía sobre la ejecución de obras → 📖

A Definición de conceptos
Definición de tareas: definición de los trabajos de arquitectura que son necesarios y el cálculo de los honorarios correspondientes según **HOAI** (Tarifas de honorarios de arquitectos e ingenieros, en base a §§1+2 de la ley sobre trabajos de arquitectura e ingeniería) → p. 49 ①:
1.0 Proyecto
HOAI, §15, fases (F) 1-4:
Estudios previos (3 %), anteproyecto (7 %), proyecto básico (11 %), proyecto para solicitar la licencia de obras (6 %). Trabajos básicos de realización del proyecto: 27 % de los honorarios totales → p. 49 ②
2.0 Proyecto de ejecución y dirección de obra
HOAI, §15, fases (F) 5-9:
Proyecto de ejecución (25 %), preparación de la adjudicación (10 %), colaboración en la adjudicación (4 %), supervisión de la obra (31 %), liquidación y recepción de obra (3 %). Trabajos de ejecución de la obra: 73 % de los honorarios totales → p. 49 ②.
El porcentaje destinado a cada una de las tareas se ha fijado en base a nuestra experiencia y por consiguiente se ajustan bastante a lo que en la práctica son las tareas necesarias.
1.0 Planificar la ejecución
1.1. Definición de tareas/Contenidos; están regulados en HOAI, §15, fase 5
* Tareas básicas:
Desarrollo de los resultados obtenidos en las fases 3 y 4 (profundización gradual y elaboración de la solución) teniendo en cuenta los requisitos urbanísticos, formales, funcionales, técnicos, constructivos, económicos, energéticos (p.e., aprovechamiento racional de la energía), biológicos y ecológicos y las aportaciones de otros colaboradores especializados hasta alcanzar la solución definitiva.
Representación gráfica del edificio con todos los datos imprescindibles para la ejecución, p.e., dibujos definitivos de ejecución y de los detalles constructivos y acabados singulares a escala 1:50 a 1:1; con las leyendas y aclaraciones escritas y datos sobre los materiales que sean necesarios.
En trabajos de interiorismo: representación detallada de los espacios a escala 1:25 a 1:1, con las leyendas que sean necesarias; datos sobre los materiales.
Elaborar la base de trabajo para los demás especialistas que colaboren en el proyecto e integración de sus aportaciones.
Prolongación del proyecto durante la ejecución de las obras.
* Tareas especiales:
Confeccionar una descripción detallada del edificio en forma de libro de obra como base para la descripción de las tareas con programa*). Comprobar que la planificación de obra realizada por la empresa constructora, basada en la descripción de tareas, concuerda con el proyecto de ejecución*).
Verificar que los planos de ejecución elaborados por los contratistas basados en la descripción de trabajos coinciden con los planos del proyecto.
Elaboración de maquetas de detalles.
Comprobar y supervisar que los planos realizados por aquellos especialistas que no han colaborado directamente en el proyecto concuerdan con el proyecto de ejecución (p.e., dibujos de talleres industriales, planos de colocación de maquinaria realizados por los suministradores), cuando afectan a tareas que no están comprendidas en los costes presupuestados.
*) Este trabajo especial es básico cuando se describen las diferentes tareas. En este caso son innecesarias las correspondientes tareas básicas de esta fase, en tanto se aplique la descripción de cada una de ellas con el correspondiente programa.
1.2 Objetivos/Riesgos de los proyectos de ejecución
Los proyectos de ejecución tienen como finalidad ejecutar la obra sin errores. Para ello es imprescindible representar con detalle las características técnicas y formales, y comprobar que cumplan los requisitos legales, constructivos, estéticos y económicos (requisitos legales: ordenanzas estatales, regionales y municipales, normas de obligado cumplimiento en la construcción, normas tecnológicas, normas sobre los materiales; requisitos económicos: instrumentos de control de precios, p.e., cálculo/estimación de costes, véase DIN 276).
Los proyectos de ejecución incompletos implican pérdidas en material (pedidos sobredimensionados), en jornales (realizar dos veces un mismo trabajo) y en el valor remanente (fallos en la planificación y en la ejecución).
1.3 Medios/Instrumentos para planificar la ejecución
* **Dibujos de ejecución**, con todos los datos y medidas necesarias para ejecutar la obra; escala más usual E 1:50 → p. 49 ②.
* **Dibujos de detalles** (= Dibujos de acabados y elementos singulares); dibujos complementarios para determinadas partes de la obra; escalas más usuales: E 1:20/E 1:10/E 1:5/E 1:1 → p. 49 ③.
* **Dibujos especiales** destinados a determinados industriales (p.e. hormigón armado, acero o madera), sólo son necesarios para determinados elementos; escala más usual 1:50, en función del trabajo. La norma DIN 1356 regula las representaciones gráficas que también pueden realizarse con CAD (Diseño Asistido por Computadora) en el marco de la EDV y empleando el software adecuado.
* **Libros de obra** contienen de forma tabular datos completos sobre el tamaño (p.e. longitud, anchura, altura, volumen), materiales (p.e., revestimiento de las paredes y del suelo, etc.), instalaciones (p.e., de calefacción, climatización, fontanería, saneamiento, electricidad, etc.) y son la base de una descripción racional de las tareas (= descripción de las tareas con programa, en especial las correspondientes a la HOAI §15 fase 5, a diferencia de la descripción de tareas con índice de tareas, tarea básica HOAI §15 fase 6; compárese con VOB/A §9).

2.0 Adjudicación (Preparación/colaboración en la adjudicación)
2.1 Definición de tareas/Contenidos regulados en HOAI, §15 fases 6+7

* **Tareas básicas:**
Valoración de las cantidades como base para establecer la descripción de las tareas utilizando las aportaciones de los especialistas que hayan colaborado en el proyecto.
Confeccionar las descripciones con índice de las tareas por capítulos.
Cotejar y coordinar las descripciones del trabajo de los diferentes especialistas que hayan colaborado en el proyecto.
Clasificar todos los documentos de contrata para todos los capítulos de tareas.
Recogida de ofertas.
Comprobación y valoración de las ofertas, incluida la confección de un prototipo de presupuesto, realizado con la colaboración de todos los especialistas participantes en las fases 6 y 7.
Comprobación y clasificación de todas las tareas de los especialistas que colaboran en la adjudicación.
Negociación con los ofertantes.
Presupuesto según DIN 276 a partir de las ofertas de precios unitarios o partidas alzadas.
Colaboración en la asignación de encargos.

* **Tareas especiales:**
Listado de las descripciones de tareas con programa en correspondencia con el libro de obra*).
Listado de las descripciones alternativas de tareas por capítulos cerrados.
Listado de previsiones de costes valorando las aportaciones de los especialistas que hayan colaborado en el proyecto.
Comprobar y valorar las ofertas a partir de la descripción de tareas con programa de tareas incluido el presupuesto*).
Clasificar, comprobar y valorar los presupuestos según requisitos especiales.

2.2 Objetivos/Riesgos de la adjudicación
La adjudicación de obras tiene como objetivo establecer contratos que garanticen la ejecución de la obra en un marco legal (véanse los reglamentos BGB §§631-651 y VOB, apdos. A/B/C) → p. 49 ⑤.
La adjudicación puede efectuarse cuando se conozcan los precios de las tareas definidas (= documentos de contratación = documentos de adjudicación, como p. e., descripción de tareas/condiciones de contratación, etc. + cláusulas con datos sobre, por ejemplo, plazo de ejecución, indemnizaciones, controles de calidad, etc.) → p. 49 ⑥.
Los documentos de adjudicación con precios y firma del ofertante o representante legal se convierten en ofertas; las ofertas de obras aceptadas mediante contrato son necesarias para la ejecución de la obra (regulan los trabajos, por ejemplo, tipo/alcance del trabajo, plazos de ejecución, fianzas, etc.).
Los contratos de obra (y también los documentos de adjudicación) tienen que regular las posibles diferencias de opinión entre las partes y establecer con claridad las obligaciones y responsabilidades mutuas.
Los documentos de contrato poco claros e incompletos conducen a malas asociaciones lo que provoca discusiones, deficiencias, costes adicionales, etc.

2.3 Medios/Instrumentos para la adjudicación
* **El BGB** (las leyes civiles) regulan en los contratos de obras las relaciones jurídicas entre el contratista/constructor y el cliente/promotor si no se fijan previamente acuerdos diferentes. Los §§631-651 establecen los derechos contractuales. Contenidos/índices: §§631 bases del contrato, 632 indemnizaciones, 633 garantías del promotor, reparación de deficiencias, 634 plazos de ejecución con cláusula de rescisión, 635 compensación por trabajos no realizados, 636 ejecución fuera de plazo, 637 estipulación de la fianza, 638 vencimiento breve, 639 interrupción del vencimiento, 640 recepción obligada por parte del promotor, 641 prescripción de la restitución, 642 colaboración del promotor, 643 revocación por parte del promotor, 644 indemnización del promotor, 645 responsabilidad civil del promotor, 646 finalización en vez de rescisión, 647 derecho hipotecario del promotor, 648 pignoración de seguridad en el solar, 649 revocación del promotor, 650 presupuesto, 651 recepción de la obra → p. 49 ⑦-⑧.
* **Las VOB (Condiciones generales en la edificación)** contienen cláusulas específicas (a diferencia de los requisitos generales de las BGB) sobre los múltiples problemas/exigencias legales de los contratos de obra. Las VOB, que no son leyes ni disposiciones legales, han de establecerse de mutuo acuerdo para que tengan validez (véanse las normas AGB 23.5). Las VOB no son leyes ni reglamentos y por lo tanto se han de acordar específicamente para que tengan validez (los apartados B/C también se pueden incluir en contratos comerciales de tipo genérico, compárese también con las leyes AGB §23.5).
Las VOB se estructuran en tres apartados:
VOB/A (DIN 1960) =
Prescripciones generales para la adjudicación de obras
Contenido: directrices para el establecimiento y realización de subastas, adjudicaciones y contratos. Las prescripciones VOB/A son aconsejables en obras privadas y obligatorias en las obras públicas.
VOB/B (DIN 1961) =
Condiciones generales de carácter contractual para la ejecución de obras
Contenido: condiciones redactadas específicamente para contratos de obras, que anulan la correspondiente legislación civil, cuando así se acuerda. Contenido/índice §§1 tipo/extensión del trabajo, 2 remuneración, 3 documento de ejecución, 4 ejecución, 5 plazos de ejecución, 6 interrupción de la ejecución, 7 delimitación de responsabilidades, 8 rescisión por parte del promotor, 9 rescisión por parte del adjudicatario, 10 fianzas de ambas partes, 11 indemnizaciones, 12 recepción, 13 garantía, 14 liquidación, 15 trabajos remunerados por horas, 16 pagos, 17 medidas de seguridad, 18 arbitraje.
VOB/C (DIN 18300-18450) =
Condiciones generales de carácter contractual para trabajos específicos (ATV)
Contenido: reglamentación (por acuerdo) para trabajos específicos (p.e., movimiento de tierras, albañilería, etc.) → p. 49 ⑩.
0. Indicaciones para la descripción de tareas, ayudas para descripciones exhaustivas (n.° 1 tareas generales obligatorias, n.° 2 datos complementarios; compárese con VOB/A, §9.1).
1. Ámbito de aplicación. Referencia a normas DIN (condiciones técnicas de ejecución); cláusula general: «materiales y elementos constructivos, las partidas comprenden el suministro, descarga y almacenamiento».
2. Materiales/Elementos constructivos, prescripciones de calidad, «estándares» para materiales/elementos constructivos (normas DIN, permisos de la administración pública).
3. Ejecución, prescripciones técnicas (entre otras, las normas DIN) que establecen una «ecuación estándar».
4. Trabajos auxiliares/Trabajos especiales, determinación del tipo/extensión de los trabajos auxiliares (necesarios para realizar los trabajos principales contenidos en el índice de trabajos) sin remuneración especial.
5. Liquidación, prescripciones sobre la liquidación de trabajos realmente ejecutados (unidades liquidadas, delimitación de trabajos superpuestos, mediciones de control).
Las condiciones generales de contrata no suelen bastar en la mayoría de los casos y por ello se amplían con **«condiciones especiales»** (condiciones específicas y complementarias de contrata, que no pueden contradecir las condiciones generales) aplicando las regulaciones de las leyes AGB que complementan las VOB.

Tipos de acuerdos complementarios («Condiciones particulares»):
— los acuerdos complementarios **necesarios** aclaran las VOB de forma exhaustiva, p.e. especifican los trámites de recepción, etc.
— los acuerdos complementarios **convenientes** afectan a lo establecido en §10.4 VOB/A, p.e., plazos de ejecución, etc.
— los acuerdos complementarios **posibles** afectan a las disposiciones referentes a la definición de tareas (sin afectar a las VOB) p.e., informes sobre la ejecución de las obras, etc. → p. 50 ⑪.

* **La descripción de tareas** se convierte, mediante una definición unívoca y exhaustiva de los trabajos de obra, en la base del posterior contrato de obra → p. 50 ⑫. Se ha de distinguir entre:
— descripción de tareas con índice de trabajo (VOB/A §9/3-9)
— descripción de tareas con programa de trabajo (descripción funcional del trabajo, FLP; VOB/A §9/10-12).

Las descripciones de los elementos constructivos complementan los índices de trabajo para las descripciones de tareas.

Índices de trabajo, listado de partidas (partida = descripción de un trabajo por su tipo, calidad, cantidad, dimensiones, provisto de un número de orden) → p. 50 ⑬ y estructurado en capítulos específicos según las fases de construcción. Pueden complementarse con «condiciones particulares» → p. 50 ⑭.

Programas de trabajo, descripción de los requisitos/exigencias de las características (formales, funcionales, técnicas y económicas) de la tarea terminada, renunciando a una representación detallada (en oposición al índice de trabajo por partidas; en cualquier caso son posibles índices de trabajo modelo sin datos sobre la cantidad).

Las descripciones de tareas se convierten —en tanto documento de contrato— mediante ofertas económicas y encargos (adjudicación) en parte integrante del contrato de obra. En caso de existir discrepancias entre diferentes apartados del contrato, el orden de prioridad (según VOB/B §1.1) es el siguiente:
descripción de tareas, condiciones particulares de contrata, condiciones complementarias de contrata, condiciones generales de índole técnica para la ejecución de determinados trabajos (VOB/B) (lo «particular» o «especial» tiene prioridad sobre lo «general») → p. 50 ⑮.

* **El libro de trabajo estándar (StLB)** para la construcción es una ayuda para la elaboración de las descripciones de tareas (proporciona: textos rigurosos, técnicamente correctos y exhaustivos) facilitando textos estándar para cada una de las partidas de la obra clasificadas en los capítulos correspondientes (p.e., los capítulos definidos en las VOB/C).

Los textos estándar están estructurados jerárquicamente en 5 apartados. Cada texto está numerado. Con ello cada uno (compuesto de forma variable a partir de los 5 apartados; texto corto/largo) puede configurarse de forma independiente (n.° de partida + apartado = n.° de tarea estándar) → p. 50 ⑯-⑰.

La configuración unitaria (estandarizada) facilita la racionalización mediante EDV (editor de libros de trabajo estándar: comité de electrónica en la construcción, GEAB; objetivo: aplicación nacional de textos estándar uniformes para la descripción de tareas en la construcción).

Otras colecciones de textos estandarizados de trabajos en la construcción son:
Catálogo de tareas estándar para la construcción de puentes y carreteras (StLK) capítulos 100-199; Catálogo de tareas estándar para obras hidráulicas (StLK) capítulos 200-299; Libro de trabajos estándar de los ferrocarriles (StLB-DB) capítulos 400-499; Catálogos regionales de tareas (RLK) capítulos 800-999.

* **Los modelos LV** para índices de trabajo se parecen a los libros de trabajo en la construcción (predecesor StLB). Los modelos LV comprenden muchas posibilidades de redacción (los textos se elaboran tachando) y debido a su carácter global son muy amplios. Oferta: diferentes editoriales → p. 50 ⑱.

* **Las propuestas de fabricación** para índices de trabajo proporcionan información complementaria y ayudan, sobre todo, para problemas de detalle en soluciones constructivas especiales.

En conjunto, el campo de adjudicación es ideal para PT (Procesadores de texto). La relación entre los datos de adjudicación con el proyecto de ejecución es posible mediante un programa de CAD (Diseño Asistido por Computadora).

3.0 Dirección de obras (dirección de obras/documentación)

3.1 La definición de trabajos/Contenidos está regulada en HOAI §15, fases 8+9.

* **Trabajos básicos:**

Supervisar la ejecución de la obra de acuerdo con la correspondiente licencia, los planos de ejecución y las descripciones de tareas, así como con las reglas universalmente aceptadas de la buena construcción y la normativa vigente.
Coordinación de los profesionales que participan en la dirección de la obra.
Control y corrección de los trabajos concluidos.
Determinación y supervisión de un planing (diagrama de barras).
Llevar un diario de la obra.
Coordinación conjunta con los contratistas.
Recepción de los trabajos ejecutados en colaboración con los demás especialistas que hayan participado en el proyecto o que integren la dirección facultativa, y análisis de las posibles deficiencias.
Control de las mediciones.
Cálculo de los costes según DIN 276 o según la legislación contable sobre la edificación de viviendas.
Propuesta de recepción por parte de las correspondientes autoridades y participación en ella.
Entrega de la obra, incluida la documentación necesaria, p.e. instrucciones de mantenimiento. Protocolo de control.
Listado de los plazos de garantía.
Supervisar la corrección de las deficiencias detectadas a la entrega de la obra.
Inspección del edificio para comprobar posibles deficiencias, antes de que acaben los plazos de garantía dados por el constructor.
Supervisar la corrección de las deficiencias que aparezcan dentro del período de garantía, pero como máximo 5 años después de la entrega de la obra.
Colaboración en la restitución de los trabajos de seguridad.
Recopilación sistemática de las representaciones gráficas y resultados numéricos de la obra.

* **Trabajos especiales:**

Elaboración y supervisión de un plan de pagos.
Elaboración y supervisión de diferentes planes de ejecución y pagos.
Actividad como director facultativo, en tanto esta actividad se extienda más allá de los trabajos básicos de la fase 8, según las normas regionales.
Elaboración de inventarios.
Elaboración de inventarios de mobiliario.
Elaboración de instrucciones de mantenimiento.
Supervisión del edificio.
Administración del edificio.
Inspecciones del edificio después de la entrega.
Supervisión de las tareas de mantenimiento y conservación.
Preparación del material numérico para realizar una estadística de la obra.
Cálculo de los costes en base a los precios vigentes.
Control del análisis de los costes de construcción y mantenimiento.

3.2 Objetivos/Riesgos de la supervisión de obras

La supervisión de obras tiene fundamentalmente dos objetivos:
— **Control, certificación y liquidación** en cumplimiento del AVA (= subasta, adjudicación y liquidación; compárese con el apdo. sobre la adjudicación) → p. 51 ⑲.
— **Planificación de los plazos de ejecución** empleando los métodos de dirección de obras (disponibilidad de mano de obra, maquinaria y materiales en el momento adecuado, en la cantidad

Ejecución de obras

necesaria y en el lugar preciso). Medios auxiliares más importantes: diferentes métodos para planificar los plazos de ejecución.
Una supervisión de obras defectuosa y un control insuficiente conducen a una ejecución deficiente, errores (a menudo ocultos), liquidaciones equivocadas, sobrecostes, riesgos para los trabajadores (accidentes) y despilfarro de material. Una administración errónea de la obra impide una buena coordinación de los trabajos, lo cual hace aumentar los costes.

3.3 Medios/Instrumentos para la supervisión de obras.

* **Las bases del AVA, así como los medios/Instrumentos para los planes de ejecución** se han explicado en 1.3/2.3. La supervisión, control y liquidación de una obra se basa en planes (planes de ejecución, planos y dibujos de detalles) y eventualmente en documentos de contrata.

* **Las técnicas para planificar los plazos de ejecución** se basan en diferentes métodos:

— **Los diagramas de barras** (según Gantt, planificación de barras) representan en un sistema de coordenadas los diferentes trabajos en vertical (eje y = ordenadas) y los correspondientes plazos de ejecución en horizontal (eje x = abscisas). La duración de cada uno de los trabajos, estimada por la experiencia o calculada, queda reflejada en la longitud de la barra correspondiente.
Las tareas consecutivas deberían representarse una a continuación de otra. Los índices de tareas (= listas para representar la duración de ejecución = listas de averiguación) ayudan a confeccionar los diagramas de barras y permiten una comparación entre la velocidad de ejecución prevista y la real.
Ventajas: claridad, visibilidad, facilidad de lectura (representación proporcional al tiempo de ejecución).
Desventajas: globalización, falta de diversificación de los diferentes procesos, difícil representación de las relaciones/interconexiones entre los diferentes trabajos (procesos acríticos/críticos, la modificación en el plazo de ejecución de un proceso implica un cambio en el plazo de ejecución de la suma de procesos, que no puede leerse). Campos de aplicación: representación de los plazos de ejecución sin una orientación determinada de conclusión, planificación de determinados procesos de conclusión (programas de obras), → p. 51 ⑳.

— **Los diagramas lineales** (diagramas de velocidad, recorrido, plazos de ejecución) representan en un sistema de coordenadas las unidades de tiempo (elegidas) en un eje (dependiente del trabajo a ejecutar) y en el otro las unidades de longitud (excepcionalmente cantidades de obra). Se puede visualizar la velocidad de producción (ángulo resultante entre tiempo/recorrido) y la distancia espacial y temporal entre determinados procesos.
Ventaja: visualización de velocidades y separaciones críticas.
Desventajas: imposibilidad de visualización cuando se superponen varios trabajos temporal o espacialmente en recorridos con un determinado sentido de conclusión. Campos de aplicación: representación de recorridos con una determinada orientación de conclusión (longitud, altura; p.e. calles, chimeneas, etc.) → p. 51 ㉑.

— **Mallas**, los resultados de la técnica de planificación por mallas sirven para analizar, representar, planificar, dirigir y controlar la duración de ejecución de los trabajos. Incluyendo diferentes factores de influencia (tiempo, costes, medios disponibles, etc.) se pueden representar relaciones de dependencia entre diferentes procesos → p. 51 ㉒.
La valoración de las mallas parte de un punto de inicio de ejecución de la obra IO (0) (nudo de inicio, definición, véase DIN 69900, parte 1.ª) proporcionan (calculando hacia adelante) los puntos de inicio MI, el momento más temprano de inicio (MT_{tem} I) y el momento más temprano de conclusión (MT_{tem} C) para la ejecución de todas las tareas (D = duración, tiempo transcurrido entre el inicio y la conclusión de un proceso). Resultado = camino más largo (camino crítico)/punto de conclusión de la ejecución CO (n). Los tiempos previstos de compensación que se intercalan proporcionan (sumados) el punto existente de conclusión de la obra CO (n), los puntos más tardíos (MT_{tar}), el momento más tardío de inicio (MT_{tar} I), el momento más tardío de conclusión (MT_{tar} C) de todas las tareas (cálculo hacia atrás), el punto más tardío de inicio (MT_{tar} I), así como los tiempos de compensación IG de cada uno de los procesos; IG = punto más tardío (MT_{tar}) − punto más tardío de inicio o conclusión MT_{tar} C/MT_{tar} I − el punto más temprano − punto más temprano de inicio o conclusión MT_{tem} C/MT_{tem} I → p. 51 ㉓.
Las diferencias en la orientación de la malla (procesos/acontecimientos) y en la representación (flechas/nudos) proporcionan tres tipos básicos de mallas → p. 51 ㉔.

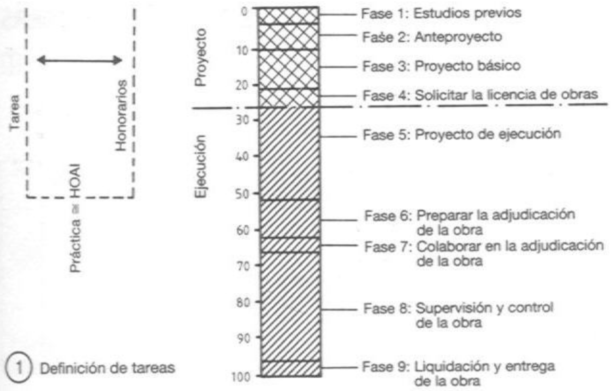
1 Métodos de mallas – flecha de proceso (Critical-Path-Method, CPM) asignan flechas a los procesos. Los nudos representan los momentos de inicio y conclusión. La relación básica de ordenación (=dependencia entre actos/procesos cuantificables) en el CPM es la secuencia normal (relación de ordenación de la conclusión del antecesor al inicio del sucesor; acto final del proceso A = acto inicial del proceso B). El modelo temporal es determinante (es decir, al proceso se le asigna una estimación de tiempo concreta). Los procesos que transcurren en paralelo, independientes entre sí y las dependencias de procesos parciales entre sí, como hipótesis de un proceso más amplio, se representan mediante procesos aparentes (conectores nulos, relación de ordenación en mallas de flechas de procesos con separación temporal 0) → p. 52 ㉕–㉖.
Los contenidos de las mallas de flechas de procesos reflejan las listas de procesos (listado de actividades aisladas con la correspondiente duración) → p. 52 ㉗.

2 Los métodos de mallas–nudos de procesos (Método Metra Potential, MPM) asignan nudos a los procesos. Las flechas reflejan relaciones de ordenación. La relación fundamental de ordenación (véase definición más arriba) en MPM es la secuencia de inicio (relación de ordenación del inicio del predecesor hasta el inicio del sucesor; inicio del proceso A = inicio del proceso B). El modelo temporal queda determinado (véase CPM). Los contenidos de las mallas de nudos de procesos reflejan las listas de procesos (compárese con CPM) → p. 52 ㉖, ㉘, ㉙.

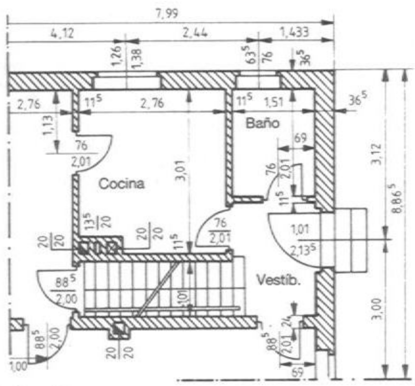
3 Los métodos de mallas de nudos de acontecimientos (Programm Evaluation and Review Technique, PERT) asignan actividades a los nudos. Las flechas reflejan las relaciones de ordenación. El modelo temporal normalmente es estocástico (= determinación de las distancias temporales entre las actividades mediante cálculo de probabilidades). Los modelos geométricos de PERT + CPM pueden llevar a representaciones mixtas (procesos como flechas, actividades como nudos). Teóricamente se puede pensar en una malla con flechas de actividades, sin embargo no existe ningún método aplicable en la práctica.
Ventajas/desventajas/campos de aplicación de los diferentes métodos de mallas: las mallas pre-organizadas con un modelo temporal determinístico (CPM/MPM) son las más apropiadas para el control/dirección pormenorizado de obras (centradas en procesos aislados). Las mallas que enfatizan las actividades (PERT) se aplican sobre todo para trabajos globales de planificación y supervisión (actividades = piedras miliares).
Las mallas con nudos de procesos son más fáciles de construir/modificar (separación consecuente entre el plazo de ejecución previsto y el real) y reproducen un gran número de requisitos en forma de mallas de fechas de procesos (CPM; de todas maneras CPM está ampliamente extendido y muy desarrollado; el 70 %-80 % de las relaciones de ordenación que aparecen en las mallas: secuencia normal).
Aunque las mallas son muy detalladas, no facilitan la visualización rápida (por ello es recomendable la representación complementaria de los resultados en forma de diagrama/planificación de barras, véase más arriba). El EDV (para construir las mallas, incluidos los correspondientes datos de la lista de procesos) está predestinado a servir como método auxiliar, en especial para grandes mallas. Existe el correspondiente software (porcentaje mayoritario: CPM).

EJECUCIÓN DE OBRAS

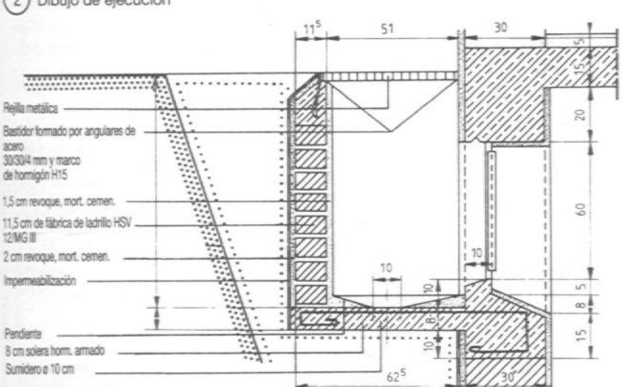
→ 🕮



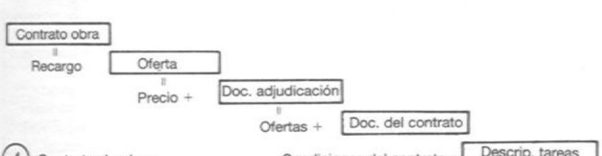
(1) Definición de tareas



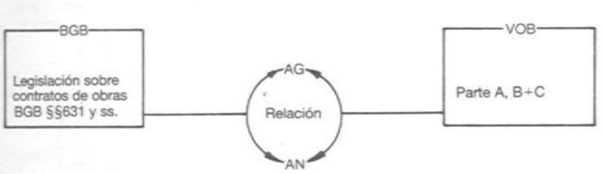
(2) Dibujo de ejecución



(3) Dibujo de detalle



(4) Contrato de obra



(5) Relación entre la propiedad y el constructor

Cláusulas de las VOB/B que difieren de la legislación civil BGB sobre contratos de obras

BGB	VOB/B
§ 632 Indemnización	§ 2 Compensación § 14 Descuentos § 15 Trabajos por horas
§ 633 Deficiencias	§ 4 Ejecución (n.° 7) § 13 Garantía (n.° 3, 5, 6) § 17 Fianza
§ 634 Plazos de ejecución, modificaciones, reducción	§ 13 Garantía (n.° 3, 6)
§ 635 Indemn. de daños y perjuicios	§ 4 Ejecución (n.° 7) § 8 Rescisión por el cliente (n.° 5) § 13 Garantía (n.° 7)
§ 636 Ejecución tardía	§ 5 Plazos de ejecución
§ 637 Responsabilidad civil	§ 13 Garantía (n.° 3)
§ 638 Prescripción (corta)	§ 13 Garantía (n.° 3, 7)
§ 639 Prescripción (interrupción, paralización)	§ 13 Garantía
§ 640 Recepción	§ 12 Recepción
§ 641 Vencimiento de la indemnización	§ 16 Pagos
§ 642 Colaboración del cliente	§ 4 Ejecución
§ 643 Revocación por parte del promotor	§ 9 Rescisión por el constructor - advertencia § 12 n.° 6
§ 644 Riesgo	§ 7 Distribución del riesgo
§ 645 Responsabilidad del cliente	§ 12 Recepción
§ 646 Recusación de la obra	- no existente
§ 647 Derechos de hipoteca prom.	- no existente
§ 648 Hipoteca de seguro de la obra	§ 8 Rescisión por el cliente
§ 649 Derechos de rescisión prom.	- advertencia en § 2
§ 650 Presupuesto	- no es objeto de la VOB
§ 651 Acuerdo de entrega de la obra	

(7) Extraído de Mantscheff: «Einführung in die Baubetriebslehre», 1.ª parte Ed. Werner Verlag, Düsseldorf, 1985 p. 49



(8) Condiciones generales de contrata

1. Movimiento de tierras y cimentación
(F) DIN 18300 Movimiento de tierras
(F) DIN 18301 Excavaciones
(R) DIN 18302 Pozos
(R) DIN 18303 Relleno de zanjas y pozos
(R) DIN 18304 Contención de tierras
(R) DIN 18305 Contención de aguas
(F) DIN 18306 Canalizaciones de desagüe
(R) DIN 18307 Conducciones subterráneas de gas y agua
(F) DIN 18308 Drenaje de tierras
(R) DIN 18309 Compactación de tierras
(R) DIN 18310 Afianzamiento de diques, estanques y dunas
(R) DIN 18311 Trabajos de dragado
(R) DIN 18312 Trabajos nocturnos
(R) DIN 18313 Trabajos por debajo del nivel freático
(R) DIN 18314 Trabajos de inyectado de hormigón

2. Trabajos de construcción
(R) DIN 18330 Fábrica de ladrillo
(R) DIN 18331 Hormigón en masa y armado
(R) DIN 18332 Fábrica de piedra natural
(F) DIN 18333 Fábrica de bloques de hormigón
(R) DIN 18334 Trabajos de carpintería y albañilería
(R) DIN 18335 Trabajos de cerrajería
(F) DIN 18336 Trabajos de impermeabilización
(R) DIN 18338 Trabajos de cubrimiento o impermeabilización de cubiertas
(R) DIN 18339 Trabajos de fontanería

3. Trabajos de acabado
(R) DIN 18350 Estucos y revoques
(R) DIN 18352 Alicatados
(F) DIN 18353 Pavimentos
(R) DIN 18354 Revestimientos asfálticos
(F) DIN 18355 Ebanistería
(R) DIN 18356 Tarimas de madera

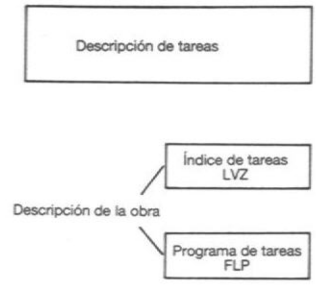
(9) Extraído de VOB/C

A2 Denominación					B2 Dimensiones						B4 Instalaciones						B5 Mediciones			
1			2	3	1		2		3		1	2	3	4	5	6	1	3	6	
Sala N.°				Usuario (ABT)	Tipo	Superficie	Tipo	Altura	Tipo	Volumen	Cale-facción	Venti-lación	Sani-tarios	Elec./ luz	Elec./ fuerza	Ascen-sores	Temp.	LW	Luz	Observaciones
A	B	C				m²		m		m³							°C	FCH	LUX	Abreviaturas
	W	104	Vestíbulo		N	6,92	L	2,47	N	14,87		—	—	Int. DCF Dist.	CT Mf	—	20	1		CA - Conexión antena DCF - Detector de fuego cenital DAE - Detec. de apar. eléc. IP - Igualador de potencia Int - Interruptor Sif - Sifón Mf - Micrófono Ench - Enchufe CT - Conexión teléfono Du - Ducha Lv - Lavadero (B4-3) DMF - Det. mural s/int. (B4-4) DMFI - idem., con interruptor WC - inodoro Dist - Distribuidor CAC - Calef. de agua caliente Vent.F - Ventilación forzada
	W	204	Baño/WC		N	3,47	L	2,475	N	8,588	CAC	Vent. F	Du. Lav. WC	Lav. Ench. IP		—	24	7		
	W	304	Cocina		N	6,09	L	2,47	N	15,04	CAC	Vent. F	Sif.	Int. Ench. DMFI DAE DCF	—	—	20	4		
	W	404	Logia		N	1,69	L	2,363	N	4,000	—	—	—	—	—	—	—	—		
	W	504	E-S-O		N	19,77	L	2,47	N	48,63	CAC	—	—	Int. Ench. DCF	CA	—	22	1		
	W	604	Cuarto inst.		F	0,36	L	2,475	N	0,891		—	—	—	—	—	—	—		

(6) Libros de obra (forma abreviada - ejemplo)



(11) Acuerdos complementarios



(12) Descripción de tareas

Ejemplo 1 - Cantidades y PU fuera del texto

Part.	Cant.	Descripción	Precio unitario	Precio global
2.02	105,0	m² de solera en el sótano con hormigón en masa H-10, de 12 cm de espesor, elaboración. Superficie con pendiente hacia los sumideros. para 1 m²	2.856	299.880

Desventajas: a) el texto ocupa mucho sitio
b) no hay datos sobre el porcentaje PU
c) PU sólo en cifras

Ejemplo 2 - PU en el texto

2.02	105,0	m² de formación de solera con hormigón en masa H-10, de 12 cm de espesor, elaboración. Superficie con pendiente hacia los sumideros. Salarios 1.968 pts. Material 888 pts. Imprevistos pts. —,— para 1 m² PU y W: treinta y cinco 70/100	2.856	299.880

Inconveniente: las cantidades y los PU no están en la misma línea

Ejemplo 3 - PU y cantidades en el texto y en una misma línea

2.02	m² de formación de solera con hormigón en masa H-10, de 12 cm de espesor, elaboración. Superficie con pendiente hacia los sumideros. 105 m² S/M/E: 1.968 pts./888 pts./ —,— pts. PU y W: treinta y cinco 70/100	2.856	299.880

Ventajas: a) gran ahorro de espacio
b) cantidades × PU = precio total en la misma línea

(13) Índice de tareas

Índice de trabajos (LVZ)

Observaciones previas + n.° de partida

(14)

Documentación de contrata (VOB/A §17 n.° 1-2d)			
Anotación (solicitud para la entrega de la oferta) (VOB/A §17 n.° 4) + Condiciones de presentación (VOB/A §17 n.° 4-2)	Documentos de contratación (VOB/A §10.1-3; VOB/B §1.2)		Oferta + recargo (VOB/A §28)
	Contenido técnico	Contenido legal	
	(1) Descripción de trabajos LB	(2) Descripción condiciones de contrata BVB	
	(4) Normas técn. complementarias ZTV	(3) Condiciones complementarias de contrata ZVB	
	(5) Normas técnicas generales VOB/C	(6) Condiciones generales de contrata VOB/C	
	Contrata de obras		

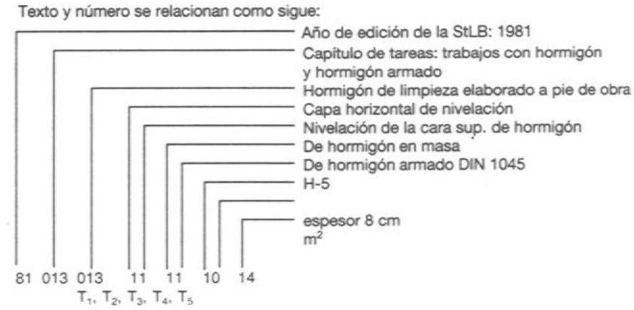
(15) Documentación de contrata

Texto largo

N.° de partida	N.° de tarea estándar Capítulo de tareas	Cantidad	Unidad	PU	PT
3.01	81 013 013 11 11 10 14 Hormigón in situ Hormigón en masa En capa de limpieza y nivelación Base y superficie superior horizont. De hormigón normal DIN 1045 H-5 Espesor: 8 cm	25	m²		

Texto corto: «Hormigón in situ, H-5»

Texto y número se relacionan como sigue:



(16) Textos estandarizados

Extracto: StLB, LB 013 (trabajos de hormigón en masa y armado)

T1	T2	T3	Unidad	Texto largo	K-n.°	Texto corto
				3.2 Elementos verticales Indicación: a la descripción de la tarea se le han de anteponer las prescripciones del apdo. 0.1, p. 7; los elementos constr. dependientes, que se ejecuten a la vez se han de describir en T1/048 o 053.		
037				Hormigón in situ del muro,		Muro
038				— muro de contención,		contención
039				— muro de carga,		carga
040				— muro entre estruct. acero,		cerramiento
041				— antepecho,		antepecho
042				— barandilla de escalera,		barandilla
043				— cubierta,		cubierta
044				— muro de arriostramiento,		arriostram.
045				— muro de separación,		separación
046				— pilares,		pilares
047				— contrafuertes,		contrafuertes
048				— ....,	11	Horm. in situ
	Q					
	1			una cara con inclinación,		
	2			______________, pendiente.......	21	
	3			ambas caras con inclinación		

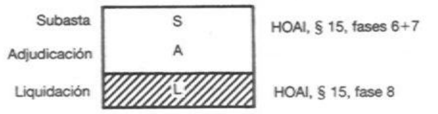
(17) Extracto: libro de tareas estandarizadas

Paredes

1. m²/m³ de muros de contención/de carga/de arriostramiento... (situación), de hormigón/hormigón armado de ... cm de espesor de hormigón... en masa/armado con acero... con/sin revestimiento.
   Requisitos especiales: ...
   Hormigón m³/m²
   Hormigón armado kg por m²/m³
   Encofrado m² por m²/m³

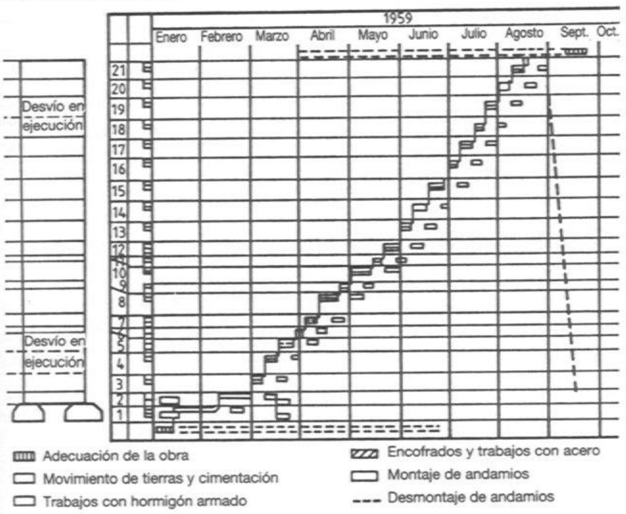
2. m³ de muros de contención/de carga/de arriostramiento, en hormigón armado, de 30 cm de espesor y hormigón H-15, encofrado por ambas caras, sin revestir.

(18) Índice de tareas



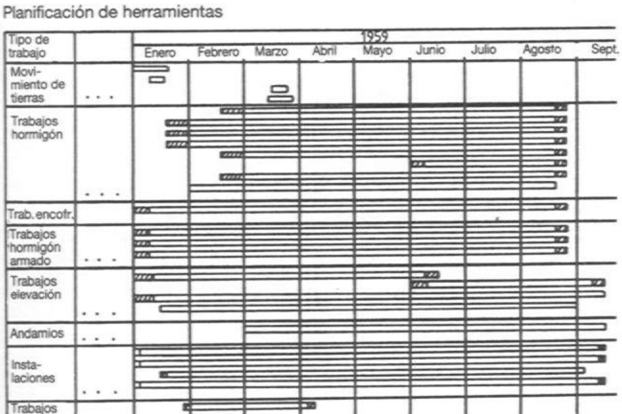
(19) Dirección de obras

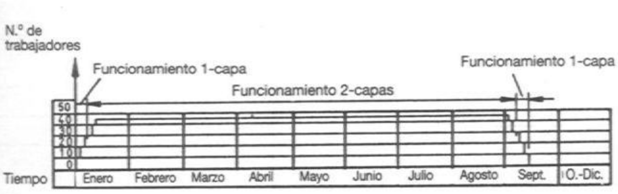
Planificación de la obra



Plazos de ejecución de los trabajos

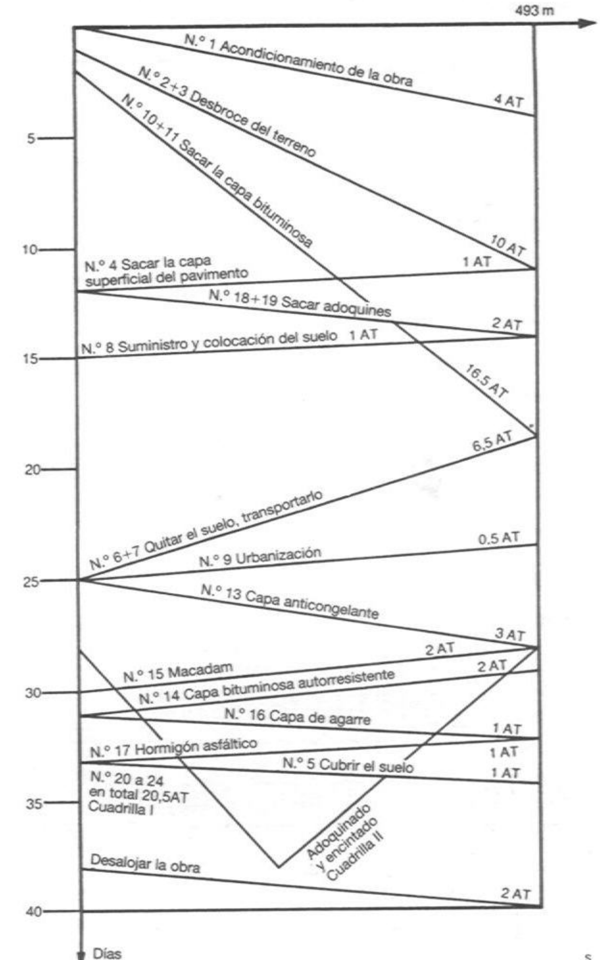
Planificación de herramientas



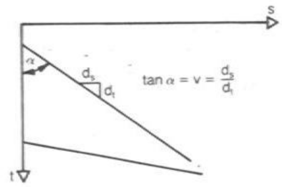


N.º partida	Elemento	Proceso de trabajo	Unidad	Cantidad	Consumo h/unidad	∑h total horas	Duración h (ud. tiempo: (día/sem./mes)	Comparación	
								Debería	
								Es	
								Debería	
								Es	
								Debería	
								Es	

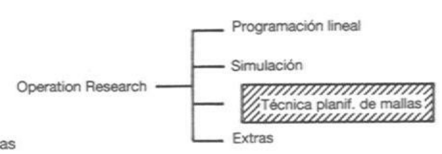
(20) Listado de comprobación



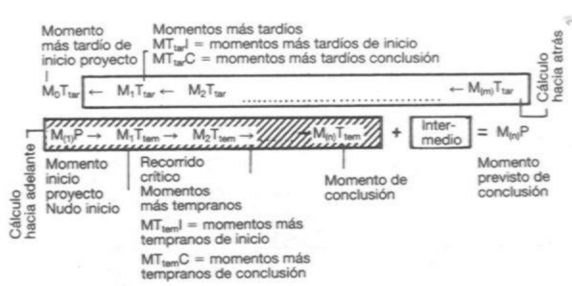
Secuencia de trabajos
Organizar y equipar la obra
Movimiento de tierras
Nivelar y replantear el perfil de la calle
Adoquinado y encintado de las aceras



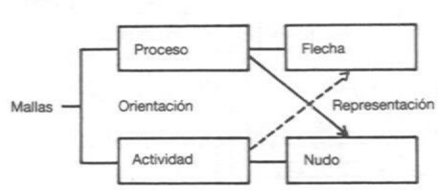
(21) Planificación de la obra



(22) Mallas

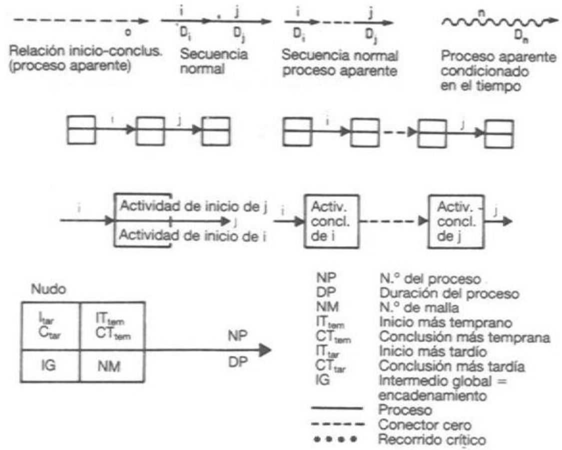


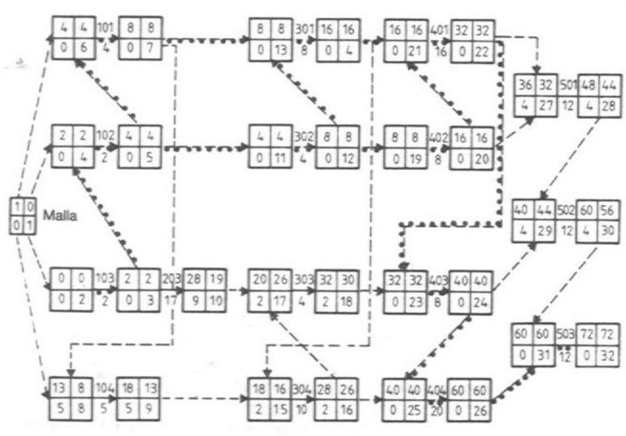
(23) Cálculo de mallas



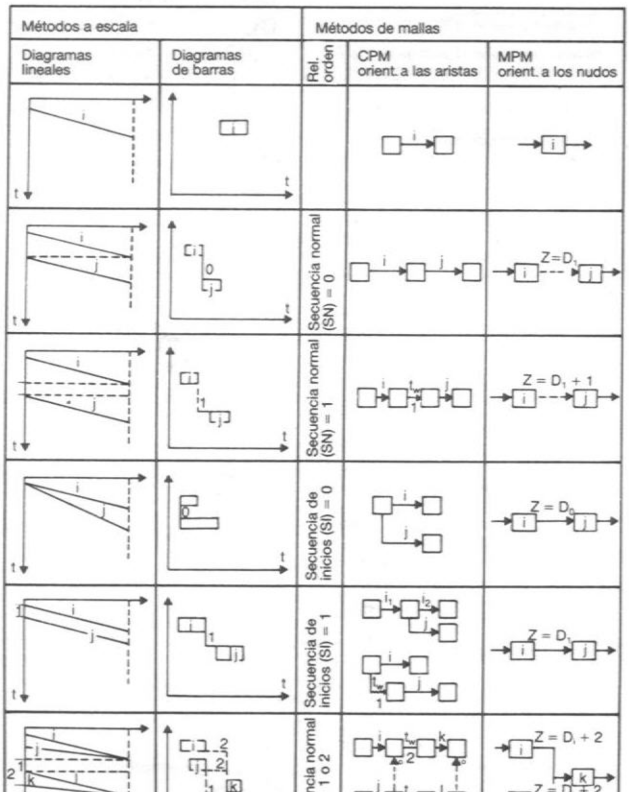
(24) Orientación de la malla

→ 📖





(25) Método de mallas: flechas de procesos

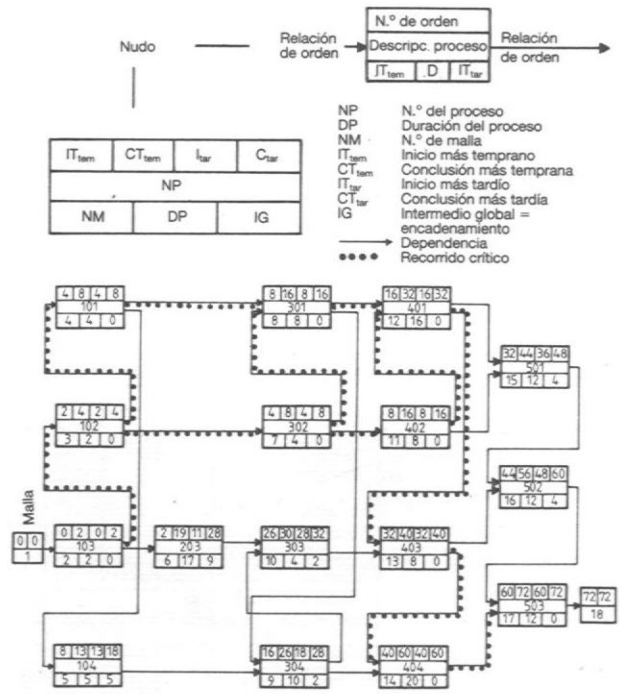


(26) Diferentes formas de representación según el método empleado

Trabajo			Momento		Intermedio		Más temprano		Más tardío		T. interm. global[1]
N.º orden	Descripción breve	Duración	de	hasta	de	hasta	Inicio	Conclusión	Inicio	Conclusión	
			Actividad n.º		Actividad n.º						
103	Excavación P2	2	2	3	1	2	0	2	0	2	0
102	Excavación P1	2	4	5	1 u. 3	4	2	4	2	4	0
101	Excavación W1	4	6	7	1 u. 5	6	4	8	4	8	0
104	Excavación W2	5	8	9	1 u. 7	8	8	13	13	18	5
203	Pilotaje	17	3	10			2	19	11	28	9
302	Zapata P1	4	11	12	5	11	4	8	4	8	0
301	Zapata W1	8	13	14	7 u.12	13	8	16	8	16	0
304	Zapata W2	10	15	16	9 u.14	15	16	26	18	28	2
303	Zapata P2	4	17	18	10 u.16	17	26	30	28	32	2
402	Pilar horm. P1	8	19	20	12	19	8	16	8	16	0
401	Pilar horm. W1	16	21	22	14 u.20	21	16	32	16	32	0
403	Pilar horm. P2	8	23	24	18 u.22	23	32	40	32	40	0

[1] ≙ Encadenamiento

(27) Lista de procesos (CPM) véase → (25)



(28) Malla CPM

N.º orden	Descripción de la tarea	Duración	Predecesor	Mom. más temprano de inicio	Mom. más temprano de concl.	Mom. más tardío de inicio	Mom. más tardío de concl.	T. interm. global[1]
103	Excavación P2	2		0	2	0	2	0
102	Excavación P1	2	103	2	4	2	4	0
101	Excavación W1	4	102	4	8	4	8	0
104	Excavación W2	5	101	8	13	13	18	5
203	Pilotaje	17	103	2	19	11	28	9
302	Zapata P1	4	102	4	8	4	8	0
301	Zapata W1	8	101, 302	8	16	8	16	0
304	Zapata W2	10	104, 301	16	26	18	18	2
303	Zapata P2	4	203, 304	26	30	28	32	2
402	Pilar horm. P1	8	302	8	16	8	16	0
401	Pilar horm. W1	16	301, 402	16	32	16	32	0
403	Pilar horm. P2	8	303, 403	40	60	40	60	0
501	Jácena W1-P1	12	401, 402	32	44	36	48	4
502	Jácena P1-P2	12	403, 501	44	56	48	60	4
503	Jácena P2-W2	12	404, 502	60	72	60	72	0

[1] ≙ Encadenamiento

(29) Lista de procesos (MPM) compárese → (28)

Los formularios rellenados facilitan al contratista, al estudio de arquitectura y a la propia oficina de obra una información sobre la obra más clara y sencilla que todas las descripciones de tareas. Las preguntas retroactivas, que a menudo contienen información falsa, desaparecen casi por completo; el tiempo que se gana con ello compensa ampliamente el pequeño esfuerzo que supone rellenar el libro de obra.

En el encabezamiento del formulario se anotan las mediciones de la partida correspondiente.

Se rellenan simultáneamente varias hojas, de tamaño DIN A4, para que todos dispongan del mismo texto; las hojas, una vez cumplimentadas, deberían encuadernarse.

Tras finalizar los trabajos de construcción, el libro de obra es la base para todos los cálculos utilizando las mediciones que figuran en el encabezamiento de las hojas.
Más adelante serán una verdadera crónica de la obra para el profesional perspicaz.

El reverso de los formularios es preferible dejarlo en blanco, para poder realizar dibujos suplementarios, correspondientes al formulario siguiente de la página de la derecha.

Los datos se introducen preferiblemente con palabras clave → p. 10. La columna «medición» se ha de utilizar exclusivamente para anotar las dimensiones de los objetos, p.e., la altura del zócalo, la altura del arrimadero, la anchura del antepecho de la ventana, etc. Al final se dejan algunas columnas para elementos especiales.

MEDIDAS FUNDAMENTALES

Cifras normalizadas (CN)

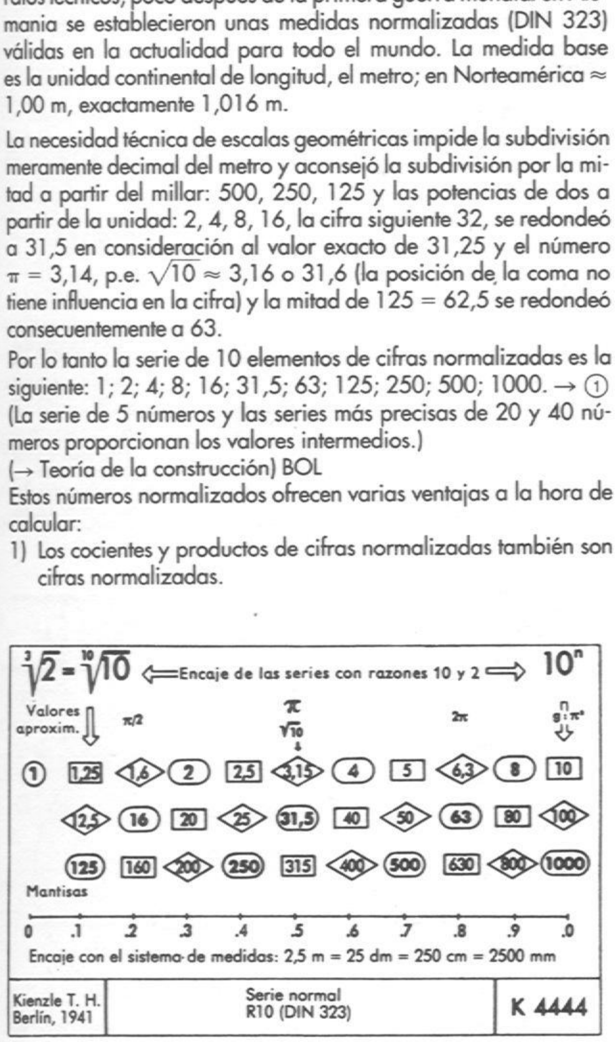
Para unificar y adaptar las dimensiones de las máquinas y aparatos técnicos, poco después de la primera guerra mundial en Alemania se establecieron unas medidas normalizadas (DIN 323) válidas en la actualidad para todo el mundo. La medida base es la unidad continental de longitud, el metro; en Norteamérica ≈ 1,00 m, exactamente 1,016 m.

La necesidad técnica de escalas geométricas impide la subdivisión meramente decimal del metro y aconsejó la subdivisión por la mitad a partir del millar: 500, 250, 125 y las potencias de dos a partir de la unidad: 2, 4, 8, 16, la cifra siguiente 32, se redondeó a 31,5 en consideración al valor exacto de 31,25 y el número $\pi = 3{,}14$, p.e. $\sqrt{10} \approx 3{,}16$ o 31,6 (la posición de la coma no tiene influencia en la cifra) y la mitad de $125 = 62{,}5$ se redondeó consecuentemente a 63.

Por lo tanto la serie de 10 elementos de cifras normalizadas es la siguiente: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000. → ①
(La serie de 5 números y las series más precisas de 20 y 40 números proporcionan los valores intermedios.)
(→ Teoría de la construcción) BOL

Estos números normalizados ofrecen varias ventajas a la hora de calcular:

1) Los cocientes y productos de cifras normalizadas también son cifras normalizadas.



① Serie de cifras normalizadas (serie básica 10) según el profesor Kienzle

Hoja del libro de obra

Designación	Longitud m	Latitud m	Superficie m²	Altura m	Volumen m³	Deducción m³	Total m³		Observaciones
Cuarto forastero	7.0	5.0	40.0	3,5	140	—	140		
Salita	2,5	2,0							

Partida	Cantidad	Elemento	Tamaño	Material	Tipo	Construcción	Color	Observaciones
1	40 m²	Pavimento		Roble		Espiliape	natural	
1 a	28 m	Zocalillo	8/6 cm.	Pino	con bocel	barnizado	"	
2	56 m²	Arrimaderos	2 m. alto	"	3 m. en	contrachapado	"	remate listoncillo 10/30 mm
2 a	42 m²	Paramentos	1,5 m "	Empapelado	fábrica	sobre otro papel	amarillo	pint. a la cola
2 b	28 m	Friso		Enyesado		con escocia	marfil	
3	40 m²	Techo		"			"	
4	2	Hojas de puerta	92/208	Pino	paneles	barnizado	natural	
4 a	2	Marcos	10 cm. ancho	"		"	"	
4 b	2	Jambajes	68 " "	"		"	"	
4 c	2	Guarniciones		Metal blanco		mate	"	
4 d		Llaves			II			
5	3	Ventanas	183/154	Pino	Doble hilera	pint. al óleo	blanco	
5 a	3	Barras de cortinas	195			cromado mate		
5 b	6	Guarniciones		Metal blanco	Batiente	"	"	
5 c	6	Herrajes		Hierro		pint. al óleo	blanco	
5 d	3	Tabla de alféizar						
6	3	Radiadores (...elementos)	60 cm alto	Acero	de 1 columna, soldados	sobre consolas	marfil	pint. especial para radiadores
6 a		Tubos					"	
6 b		Pantallas						
7	1	Bocas de ventilación	20/30	Chapa latón		cromado mate		
8	1	Lámparas			HG II	Discat Zeiss	cromado	
9	2	Interruptores		Baquelita	Palanquilla		castaño	
9 a	3	Enchufes		"			"	
10	1	Teléfonos urbanos				Sobremesa	negro	con enchufe
10 a		id. particulares						
11	1	Pulsadores de timbre		Baquelita			castaño	empotrado en la cama
11 a	1	Timbres (campanas)						
12	1	Lavabos	88/47	Gres			blanco	para 2 personas
12 a		Fría caliente			fría y	caliente		
12 b		Grifería	mezclador			niquelado		
13	1	Armarios empotrados	180/160/50	Pino		barnizado	natural	
14		Varias:						
	2	Enchufes radio =	Antena y	Tierra =	Baquelita			empotrados
15		Muebles		Pino		barnizado	natural	

2) Las potencias enteras de cifras normalizadas también son cifras normalizadas.
3) El doble o la mitad de una cifra normalizada también es una cifra normalizada.

Medidas de obra

Al contrario de lo que ocurre en la fabricación de maquinaria, en la construcción apenas hay necesidad de una escala geométrica, dada la predominante yuxtaposición aritmética de elementos iguales como: ladrillos, viguetas, vigas, pilares, ventanas, etc. Por esto, las reglas de medidas para la construcción tienen que satisfacer en primer lugar este requisito, pero teniendo en cuenta los criterios técnicos de unificación, también han de concordar con los números normalizados.
La norma DIN 4172 (Reglas de medidas en la construcción) establece los números normalizados para la construcción y es la norma en la que se basan otras normas de construcción, así como el punto de partida para dibujar y ejecutar un proyecto.

DIN 4172 Medidas en la construcción (resumen)
La evolución de la construcción, sobre todo en la edificación, aconseja regular las medidas como base dimensional para toda la normativa que atañe a la construcción.

1 Conceptos

1.1 Cifra normalizada de construcción: Las cifras normalizadas de la construcción (CNC) son las cifras para las medidas directrices de obra y sus derivados: medidas aisladas, de obra en bruto y medidas de obra acabada.

1.2 Medida directriz de obra: las medidas directrices de obra aunque son en principio medidas teóricas constituyen la base para las medidas de la práctica: medidas aisladas, de obra en bruto y medidas de obra acabada. Son necesarias para relacionar todos los elementos de forma adecuada.
Ejemplo:
Medida directriz de obra de la longitud de la soga de un ladrillo = 25 cm.
Medida directriz de obra del espesor de un muro de hormigón = 25 cm.

1.3 Medida aislada: las medidas aisladas son medidas (generalmente pequeñas) para detalles de los acabados de la obra, p.e. el espesor de una junta, o el revoco, la dimensión de una mocheta o un encaje, etc.

1.4 Medida de obra: las medidas de obra son medidas tomadas en la obra en bruto, p.e. las dimensiones de un muro de fábrica de ladrillo (sin tener en cuenta el espesor del revoco), de un forjado o de un hueco de puerta o ventana.

1.5 Medida de acabado: las medidas de acabado son medidas tomadas en la obra terminada, p.e., las medidas reales de paso libre de una abertura, la altura de un piso, o la superficie en planta.

1.6 Medida nominal: las medidas nominales equivalen, en los tipos constructivos sin juntas, a las medidas directrices. En las construcciones con juntas, la medida nominal se obtiene restando el espesor de las juntas a las medidas directrices.

Ejemplo:

Medida directriz de la soga de un ladrillo	= 25 cm
Espesor de la junta	= 1 cm
Medida nominal de la soga de un ladrillo	24 cm
Med. directriz del espesor de un muro de hormigón	= 25 cm
Med. nominal del espesor de un muro de hormigón	= 25 cm

Ejecución de obras

2 Cifras normalizadas en la construcción

Series recomendadas para las medidas de obra				Series recomen. para medidas aisl.	Series recomendadas para medidas de acabado			
a	b	c	d	e	f	g	h	i
25	$\frac{25}{2}$	$\frac{25}{3}$	$\frac{25}{4}$	$\frac{25}{10}=\frac{5}{2}$	5	2 × 5	4 × 5	5 × 5
				2,5				
				5	5			
			6 ¼	7,5				
		8 ⅓		10	10	10		
	12 ½			12,5				
			12 ½	15	15			
		16 ⅔		17,5				
			18 ¾	20	20	20	20	
				22,5				
25	25	25	25	25	25			25
				27,5				
			31 ¼	30	30	30		
		33 ⅓		32,5				
				35	35			
	37 ½		37 ½	37,5				
		41 ⅔		40	40	40	40	
			43 ¾	42,5				
				45	45			
50	50	50	50	50	50	50		50
				52,5				
			56 ¼	55	55			
		58 ⅓		57,5				
				60	60	60	60	
	62 ½		62 ½	62,5				
				65	65			
		66 ⅔	68 ¾	67,5				
				70	70	70		
				72,5				
75	75	75	75	75	75			75
				77,5				
			81 ¼	80	80	80	80	
		83 ⅓		82,5				
				85	85			
	87 ½		87 ½	87,5				
		91 ⅔		90	90	90		
			93 ¾	92,5				
				95	95			
				97,5				
100	100	100	100	100	100	100	100	100

3 Medidas pequeñas

Las medidas pequeñas son medidas inferiores a 2,5 cm. Según DIN 322 se han de elegir entre los siguientes valores de la serie R10:

2,5 cm; 2 cm; 1,6 cm; 1,25 cm; 1 cm;
8 mm; 6,3 mm; 5 mm; 3,2 mm;
2,5 mm; 2 mm; 1,6 mm; 1,25 mm; 1 mm.

4 Aplicación de las cifras normalizadas en la construcción

4.1 Las medidas directrices, las medidas de acabado y las medidas aisladas se han de tomar de la tabla.

4.2 Las medidas de obra o medidas nominales equivalen a las medidas directrices en aquellos tipos constructivos sin juntas y sin tratamiento de las paredes. También se han de tomar de la tabla.

4.3 En aquellos tipos constructivos con juntas y tratamiento de las paredes las medidas de obra o medidas nominales se han de calcular restando o sumando el espesor de las juntas y/o tratamiento de la pared.

Ejemplo:

Medida directriz de la soga de un ladrillo = 25 cm
Medida nominal de la soga de un ladrillo = 25 − 1 = 24 cm
Medida directriz de la anchura de la sala = 300 cm
Med. nominal de la anchura de la sala = 300 + 1 = 301 cm.

Aclaraciones a la DIN 4172

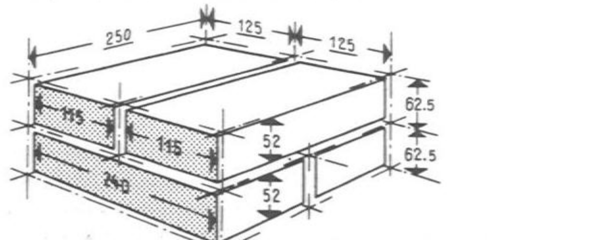
Para garantizar incluso la adaptación de los elementos más pequeños como los ladrillos, se transformaron las antiguas medidas normales de 25 × 12 cm (con juntas: 26 × 13 cm) a la medida NC de 250 × 125 mm (con juntas). De esto resultan unas medidas nominales de los ladrillos de 240 × 115 mm.

Con la adecuada altura, incluida una junta de 62,5 mm (medida nominal del ladrillo = 52 mm) resulta una proporción entre los lados de 250 × 125 × 62,5 = 4 : 2 : 1, que ofrece importantes ventajas, tal como se explica detalladamente en BOL → 🕮 y ①.

Así las medidas directrices de los ladrillos normalizados según DIN 105 responden a las series de obra en bruto a, b, c y d de la norma DIN 4172.

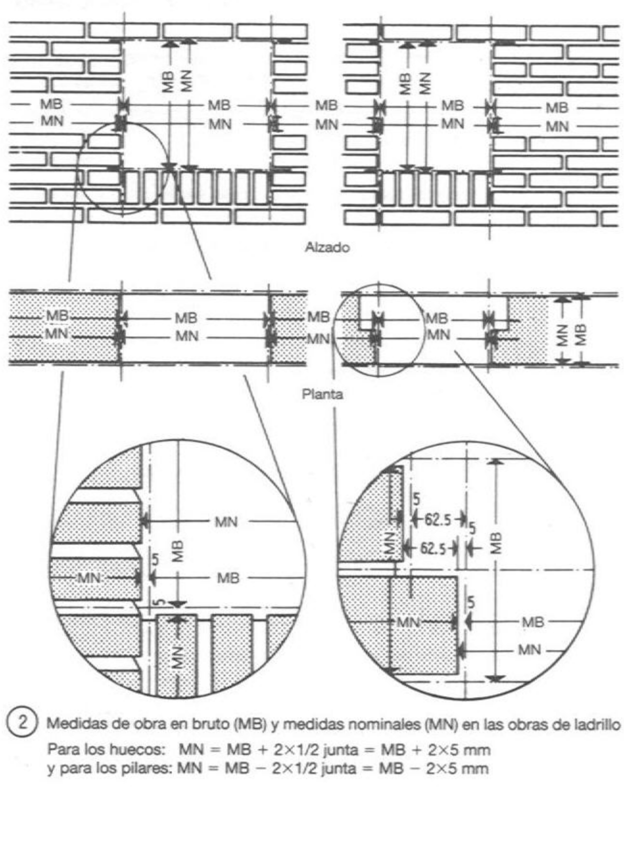
También las medidas de los demás elementos de obra, como bloques de hormigón → p. 65, huecos de ventanas y puertas → p. 137 a 149, altura entre forjados, etc., se rigen por la norma DIN 4172.

Para los párrafos 1.2 y 1.6 de la DIN 4172



Medida directriz: 250 × 125 × 62,5 mm
Medida nominal: 240 × 115 × 52 mm

① Medidas nominales y directrices de los ladrillos DIN



② Medidas de obra en bruto (MB) y medidas nominales (MN) en las obras de ladrillo

Para los huecos: MN = MB + 2×1/2 junta = MB + 2×5 mm
y para los pilares: MN = MB − 2×1/2 junta = MB − 2×5 mm

Las reglas más antiguas sobre medidas en la construcción las tiene Japón donde, tras el gran incendio de Tokio en 1657, se fijó el tamaño y el estilo de las casas a partir de un sistema de medidas denominado «método Kiwariho». La unidad básica era el ken = 6 pies japoneses = 1,818 m. La separación entre ejes de muros se medía con múltiplos o submúltiplos del ken; las ventanas, puertas y también los tatamis se dimensionaban en base a esta unidad, lo que simplificó la construcción de viviendas en Japón, abaratándola o acelerándola. Ejemplos → BOL.

En Alemania se introdujo una sistematización parecida en la construcción de las casas tradicionales con entramado de madera antes de que se adoptara el metro. En este caso la unidad determinante fue la medida más divulgada, el pie prusiano, equiparable al pie renano y al danés.

La separación entre pilares era generalmente 1 casilla = 2 codos = 4 pies → ①. El pie prusiano, renano y danés, que aún se emplea en Dinamarca en la construcción, equivale a 31,25 cm, el codo a 62,5 cm y la casilla a 1,25 m. La medida de 1,25 m la habían adoptado las diferentes empresas constructoras privadas para sus construcciones modulares, generalmente con una estructura de madera.

La medida de los sistemas inglés y norteamericano (4 pies ingleses = 1,219 m) está muy cerca de 1,25 m. Por esto, los paneles, por ejemplo, de resina, fabricados con maquinaria americana tienen una anchura de 1,25 m en los países que han adoptado el sistema métrico.

Pero los paneles alemanes de hormigón ligero para cubiertas tienen la medida normalizada de 2 × 1,25 = 2,50 m, igual que las planchas de yeso. En conclusión, 125 es la cifra más empleada de entre todas las cifras normalizadas. La serie de medidas resultante de 1,25 m se aplicó en 1942 a la normalización de la pendiente de las cubiertas → ②. Mientras tanto, se han desarrollado miles de tipos constructivos en base a este sistema de medidas. La separación entre los ejes de las vigas en las cubiertas prefabricadas suele ser actualmente de 125/2 = 62,5 cm = longitud del paso de un adulto → pp. 24 y 155 y DIN 4233.

Crujías de edificios prefabricados y naves industriales

1. Separación entre ejes

a) Generalidades

Los edificios prefabricados y las naves industriales suelen subdividirse en planta según separaciones ortogonales. Como medida directriz de la separación entre estos ejes de subdivisión, se emplea siempre un módulo de la estructura del edificio. Las separaciones entre ejes de la longitud total determinan la dimensión de pilares, vigas, centro de las paredes, etc. En las estructuras de pórticos los ejes se hacen coincidir con los centros de los puntos de apoyo en los cimientos. Las dimensiones se refieren siempre, incluso para las superficies inclinadas, al plano horizontal en planta y al plano vertical en alzado.

b) Naves industriales

En las naves industriales suele utilizarse como medida básica para la separación entre ejes: 2,5 m. A partir de los múltiplos de esta medida se obtienen separaciones entre ejes de 5,0, 7,5, 10,0 m, etc. En casos excepcionales (naves a base de paneles prefabricados) también se emplea la mitad de la medida básica: 2,50/2 = 1,25 m o un múltiplo de ésta.

De ello resultan valores intermedios de 1,25; 3,75; 6,25 y 8,75 m.

Debe evitarse aplicar esta unidad por encima de los 10 m.

Para un escalonamiento geométrico de las medidas superiores a 10 m se recomiendan los siguientes valores: 12,50 m, 15,00 m, 20,00 m, 25,00 m, 30,00 m, 40,00 m, 50,00 m, 60,00 m (62,50 m), 80,00 m y 100,00 m.

2. Pendiente de las cubiertas

La pendiente de las cubiertas depende del material de cubierta y de la estructura de soporte. Por experiencia se han establecido las siguientes pendientes:

1 : 20	Para las cubiertas de cartón bituminoso en construcciones de acero y hormigón armado y para las de planchas de fibrocemento, excepto en casos excepcionales, como las cubiertas abovedadas o en diente de sierra, etc.
1 : 12,5	Para las cubiertas de cartón bituminosos en construcciones de madera.
1 : 4	Para las cubiertas de planchas onduladas de fibrocemento, de planchas de zinc sobre rastreles, planchas onduladas metálicas, tejas de hierro galvanizado sobre tablero de madera, planchas metálicas empresilladas y cubiertas de cartón bituminoso en construcciones prefabricadas.

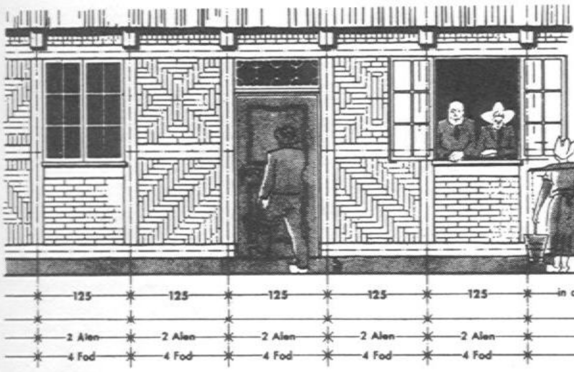
Aclaraciones

La homogeneización en el campo de los edificios industriales y prefabricados parte de tipos que se han ido configurando con el tiempo.

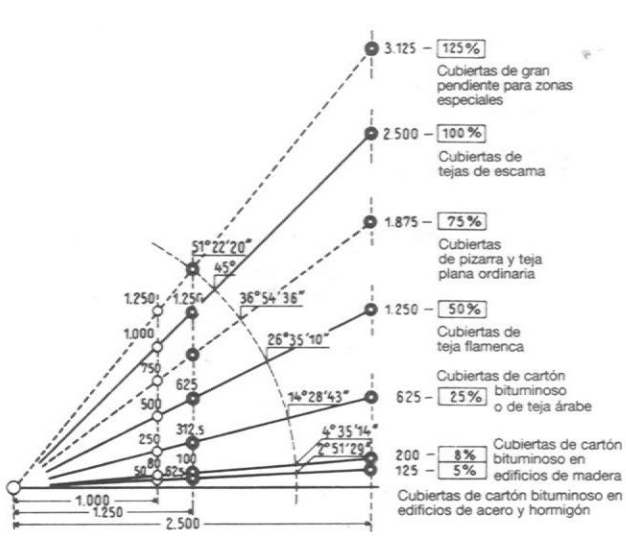
La separación entre ejes depende de los elementos básicos: pilares, muros, cubiertas, jácenas, viguetas, material de cubierta, ventanas, cristaleras, puertas, puentes grúa, etc. La adopción de un módulo determinado para las separaciones entre ejes crea las bases para una normalización dimensional de los elementos básicos y su acoplamiento y yuxtaposición en la construcción. Las separaciones entre ejes se han de sumar sin espacio intermedio. En los ladrillos, piezas de pavés, paneles prefabricados de hormigón, etc., se han de tener en cuenta las juntas.

Gracias a la normalización de la separación entre ejes se pudieron unificar las luces de los puentes-grúa.

Los elementos constructivos correctamente normalizados son intercambiables entre sí, pueden manipularse en el taller y colocarse en sitios muy diversos. La fabricación en serie, la intercambiabilidad y el almacenamiento comportan un abaratamiento de materia prima, mano de obra y tiempo. La normalización de las separaciones entre ejes comporta una extraordinaria simplificación de la dirección de obras. Véase → BOL.

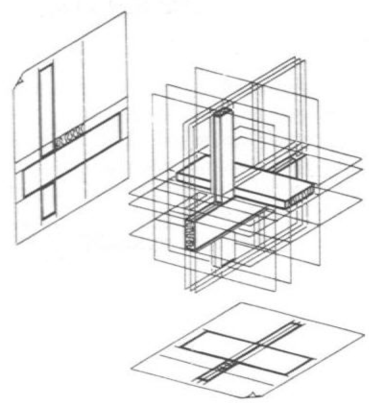


① Antigua casa danesa de entramado de madera; separación entre pilares: 1 casilla

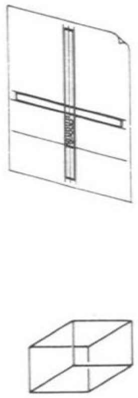


② Pendiente de las cubiertas en función del material de cubrimiento

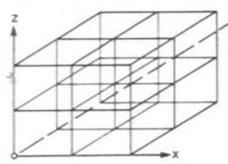
MODULACIÓN
DIN 18000



① Elementos constructivos en un sistema de coordinación



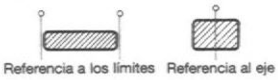
③ Espacio de coordinación (Delimitado por seis planos)



② Sistema de coordinación



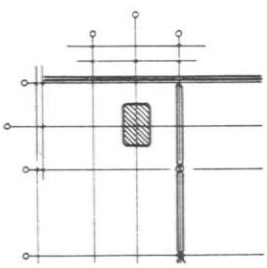
④ Plano de coordinación



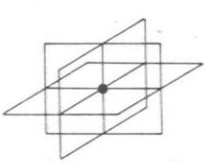
⑦ Referencia a los límites y al eje



⑤ Línea de coordinación (Intersección entre dos planos)



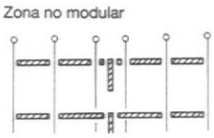
⑧ Superposición de un sistema parcial de coordinación



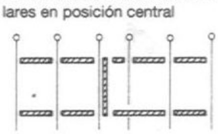
⑥ Punto de coordinación (Intersección de tres planos)



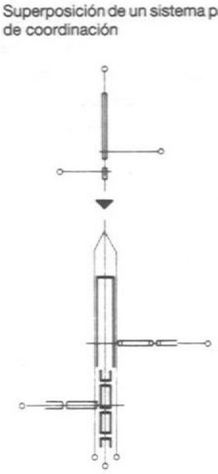
⑨ Zona no modular



⑩ Elementos constructivos no modulares en posición central



⑪ Elementos constructivos no modulares en posición perimetral



⑫ Relación entre referencia axial y zona modular

La norma DIN 18000 recoge los acuerdos internacionales para el proyecto y ejecución de edificios, así como para el diseño y fabricación de elementos constructivos prefabricados y semiprefabricados. La modulación es un medio auxiliar para que concuerden las medidas en la construcción.

El concepto de «concordancia» pone de relieve que la modulación es una normalización de las dimensiones que afecta a la coordinación espacial de los elementos de construcción. Por ello, en la norma se establecen datos geométricos y dimensionales: la modulación contiene directrices para sistematizar el proyecto y la construcción en base a un sistema de coordinación, como medio auxiliar para el proyecto y la ejecución de edificios.

1. Datos geométricos

Con este sistema se coordinan los elementos constructivos y las construcciones y se determinan su tamaño y situación. De aquí se obtienen las medidas nominales y las medidas de las juntas. → ①–⑥, ⑬

Un sistema de coordinación se compone de planos ortogonales, cuyas separaciones son las medidas de coordinación. Éstas pueden ser diferentes en cada una de las tres dimensiones.

Por regla general, los elementos constructivos se ordenan en una dimensión entre dos planos de coordinación paralelos, de manera que la medida de coordinación comprende también la parte proporcional de junta, teniendo en cuenta la tolerancia. Con esto se fija un elemento constructivo a partir de una de sus dimensiones, es decir, su tamaño y posición. Es una referencia a los límites. → ⑦–⑫

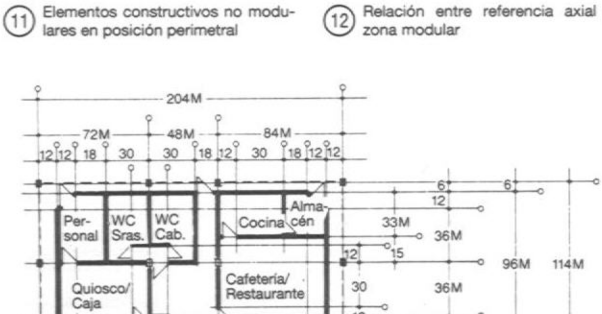
En otros casos, puede ser una ventaja no ordenar un elemento constructivo entre dos planos, sino cubrir su eje central con un plano de coordinación. Con ello, el elemento constructivo sólo se fija axialmente en una dimensión y por lo tanto sólo en su posición. → ⑦–⑫

Un sistema de coordinación puede estructurarse en sistemas parciales para diferentes grupos constructivos (por ejemplo, estructura portante, elementos de cerramiento, etc.). → ⑧

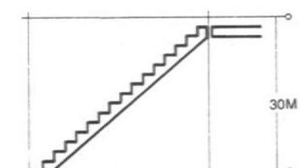
Se ha constatado que los elementos unitarios no han de ser modulares (por ejemplo, peldaños, ventanas, puertas, etc.), sino únicamente los elementos construidos con ellos (escaleras, fachadas, muros divisorios, etc.). → ⑭

Para los elementos constructivos no modulares, que atraviesan longitudinal o transversalmente todo el edificio, se puede introducir una llamada zona no-modular, que divida el sistema de coordinación en dos sistemas parciales. Es imprescindible que la dimensión del elemento constructivo en la zona no-modular ya se conozca en el momento de establecer el sistema de coordinación, puesto que la zona no-modular sólo se puede dimensionar con una medida determinada. → ⑨

Otras posibilidades para introducir elementos no-modulares es la llamada posición central o perimetral en zonas modulares. → ⑩-⑪

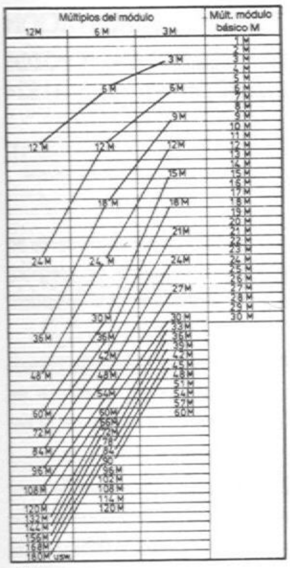


⑬ Anteproyecto de un área de servicio en una autopista



Altura entre plantas:
30 m = 300 : 19 = 15,8
valor elegido: 16 contrahuellas
Contrahuella:
$\rightarrow h = \frac{300}{16} = 18{,}75$ cm
Longitud en planta: 16 · 26 = 416 cm
valor elegido: 420 = 42 m
Huella: $\rightarrow b = \frac{419}{16} = 26{,}2$ cm
(junta adoptada: 1 cm)

⑭ Escalera prefabricada de hormigón armado



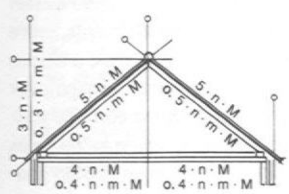
(1) Cifras prioritarias

Módulo (M) básico:
M = 100 mm

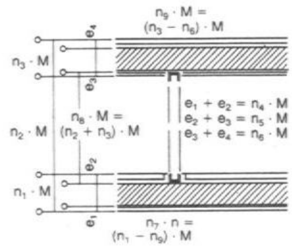
Multimódulo:
m × M
m = 3, 6, 12
3M = 300 mm
6M = 600 mm
12M = 1200 mm

Cifras prioritarias:
n × m × M
n = 1, 2, 3, 4, 5, 6...

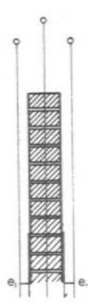
Límites:
en horizontal:
serie 12M:
sin límites
series 6M y 3M:
20 veces M
serie 1M:
30 veces M
en vertical:
series 12M
y 6M:
sin límites
serie 3M:
16 veces M
serie 1M:
30 veces M



(2) Ejemplo de aplicación: cubierta inclinada

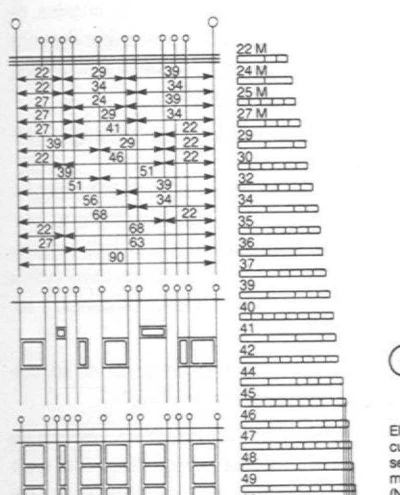


(3) Medidas suplementarias en las verticales



(4) Medidas suplementarias en las horizontales

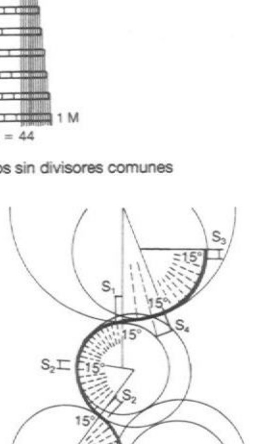
El valor más pequeño, a partir del cual se puede conseguir una secuencia continua, se calcula mediante el número crítico (N.° crít.)
N.° crít. = (a−1) · (b−1)



(5) Combinación de elementos constructivos sin divisores comunes



(7) Construcción del perímetro curvo de una cubierta mediante polígonos regulares



(8) Trazado modular de polígonos

SISTEMA Y MEDIDAS DE COORDINACIÓN

SEGÚN DIN 18000 MODULACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

(Resumen)

La unidad de modulación es el módulo básico M = 100 mm o un múltiplo del módulo: 3M = 300 mm, 6M = 600 mm y 12M = 1200 mm. A partir de estas unidades se forman los múltiplos de la serie de cifras prioritarias. De esta serie se han de extraer las medidas de coordinación —valores directrices teóricos. La delimitación se realizó por motivos funcionales, económicos y constructivos. → (1)

Además existen medidas normalizadas no modulares de suplemento l = 25 mm, 50 mm y 75 mm para, por ejemplo, piezas de acoplamiento y conexiones superpuestas. → (3)

El sistema de coordinación en su aplicación práctica.

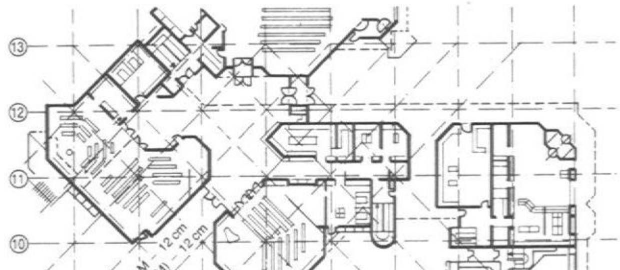
Con ayuda de reglas combinatorias también se pueden introducir elementos de diferente tamaño en un sistema modular de coordinación. → (5)

Con ayuda del cálculo de grupos de números (por ejemplo, Pitágoras) o división factorial (por ejemplo, quebrados compuestos) también se pueden introducir elementos no rectangulares en un sistema modular de coordinación. → (2) + (6)

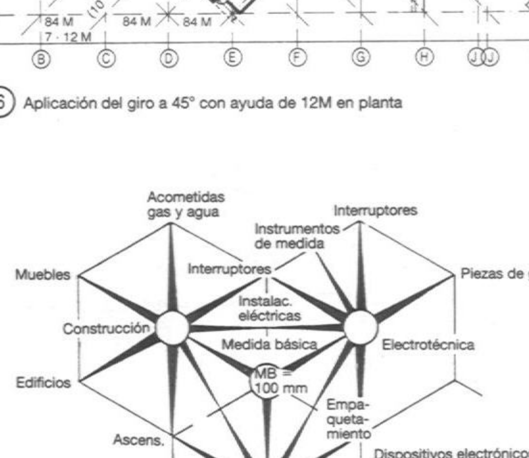
Con ayuda de polígonos (por ejemplo, triángulo, rectángulo, pentágono) se pueden proyectar también construcciones «curvas». → (7)–(8)

Mediante una ordenación modular se pueden conectar ámbitos técnicos, que dimensional y geométricamente dependen entre sí (por ejemplo, instalaciones de electricidad, de transporte, etc.). → (9), véase también DIN 30798.

Ejecución de obras



(6) Aplicación del giro a 45° con ayuda de 12M en planta



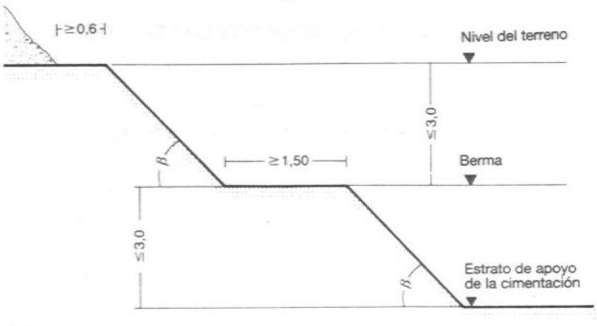
(9) Ej. de conexión entre zonas de instalaciones, mediante una ordenación modular

SUELO DE CIMENTACIÓN

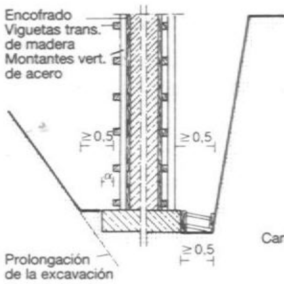
EXCAVACIONES, ZANJAS Y POZOS

DIN 1054, 4022, 4030, 4125, 41224

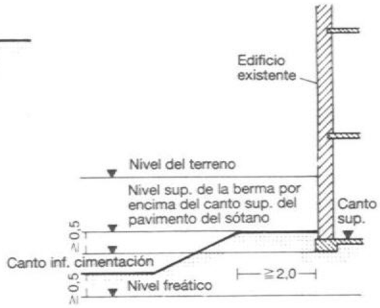
→ 🕮



① Excavación en talud con berma para evitar el deslizamiento de tierras



② Construcción de un muro de contención



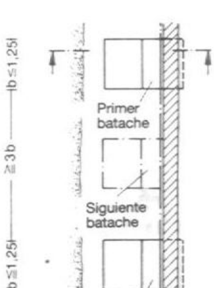
③ Afianzamiento de edificios vecinos



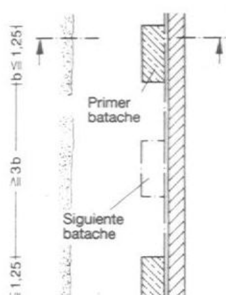
④ Recalce; sección → ⑤



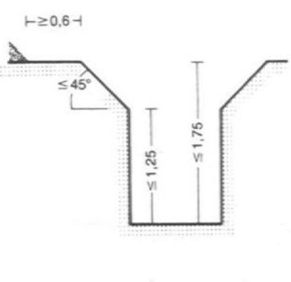
⑥ Cimentación; sección → ⑦



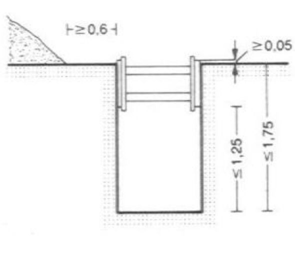
⑤ Planta → ④



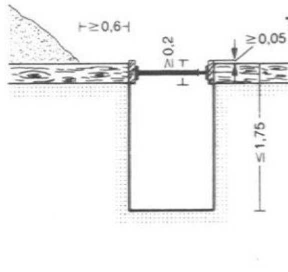
⑦ Planta → ⑥



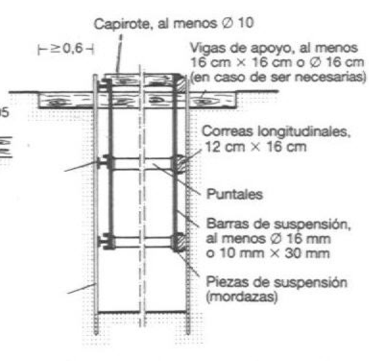
⑧ Zanja con cantos inclinados



⑨ Zanja parcialmente entibada



⑩ Zanja con entibación en el extremo superior



⑪ Entibación transversal de zanjas longitudinales

Prospección; estudio, valoración

Un error en la valoración del suelo y de la humedad existente en el subsuelo, o en el comportamiento de la cimentación elegida, provoca casi siempre unos daños técnico-económicos irreparables.

Los fallos debidos a un error en el cálculo de la carga de cimentación que puede soportar un determinado suelo, implican un asiento excesivo del edificio y un desplazamiento lateral de la tierra. Consecuencia: la cimentación falla por completo.

Otro error puede ser una compresión excesiva del estrato de apoyo, sometido a la carga de cimentación de la propia construcción y/o cargas próximas. Consecuencia: deformación y rotura en la estructura.

Norma básica para las cimentaciones: DIN 1054. Cuando existen suficientes datos locales, comprobados experimentalmente, sobre el espesor, situación y resistencia de los estratos del suelo a efectos de edificación, la norma puede aplicarse en general, para calcular las cimentaciones superficiales (zapatas aisladas o corridas y losas) y las cimentaciones profundas (pilotajes). Cuando faltan datos y/o referencias fiables se ha de realizar a tiempo un estudio geotécnico, dirigido por un especialista en mecánica del suelo, mediante perforaciones con toma de muestras de los diferentes estratos (DIN 4020/4021) y sondeos (DIN 4094). El número de sondeos a efectuar y la profundidad que deben alcanzar depende en cada caso de la topografía, tipo de edificio que se quiere construir, y de las características del propio subsuelo.

Nivel freático: colocación de hidrómetros en las barrenas y mediciones a intervalos regulares.
Análisis del grado de agresividad del agua respecto al hormigón, DIN 4030. Análisis de las muestras de suelo respecto a su granulometría, contenido en agua, consistencia, densidad, compresibilidad, porosidad y ángulo de rozamiento interno. Los sondeos proporcionan una información continua sobre la resistencia y superposición de los estratos del suelo.

Los resultados del estudio geotécnico se han de poner en conocimiento del constructor lo más rápidamente posible.

Descripción de suelos DIN 4022, clasificación de los trabajos de excavación DIN 18300 y 18196; valores característicos del suelo para el diseño y ejecución de cimentaciones: cuadros según DIN 4023 con secuencia de los estratos y contenido en agua.
Profundidad de la cimentación/excavación, cantidad de tierra extraída/esponjamiento.
Afianzamiento del perímetro de las excavaciones DIN 4124.

CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS

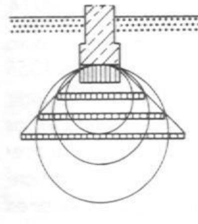
DIN 1054, 1055, 4014

Los estudios geotécnicos para la edificación han de proporcionar los datos necesarios para que tanto el diseño como la ejecución de una obra sean correctos técnica y económicamente. En función del tipo de edificio el suelo se ha de considerar como terreno de cimentación (cimentación superficial) o como material (cimentación profunda). También es importante, cuando sea posible urbanísticamente, planificar los edificios según el tipo de suelo. (Evitando las marismas, etc.) El tipo de cimentación también depende de la clase de suelo: cimentación aislada → ⑦, cimentación corrida → ⑧, losa de cimentación → ⑨. Cuando el estrato resistente se encuentra a gran profundidad: pilotaje → ⑩. El reparto de presiones en la cimentación no ha de sobrepasar ∢ = 45° en la obra de fábrica de ladrillo, poco usuales por su elevado coste, y 60° en el hormigón. Los cimientos de los edificios de baja altura suelen realizarse con hormigón en masa, pero cuando las cargas transmitidas por el edificio son elevadas, la cimentación se ha de realizar con hormigón armado. Para soportar las tracciones es necesario disponer una armadura → ⑪ – ⑫. Utilizando hormigón armado en vez de hormigón en masa se ahorra altura, peso y volumen de excavación. Ejecución de cimientos en las juntas de dilatación o en el límite con otros edificios → ⑬.

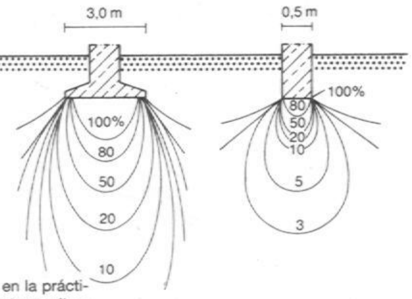
Las secciones de losas de cimentación → ⑭, se utilizan cuando la resistencia del estrato de apoyo es reducida y las zapatas aisladas o corridas no son suficientes para soportar la carga transmitida. Cimentación sin riesgo de heladas DIN 1054 ≧ 0,80 m, en edificios industriales 1,0-1,5 m.

Mejora de la resistencia del terreno de cimentación

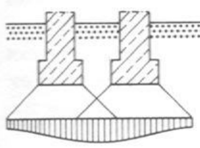
a) Compresión por vibración.
   Compactación en círculos de 2,3 a 3 m; distancia entre los núcleos de cimentación aprox. 1,5 m. El terreno se va rellenando después. La mejora alcanzada depende de la granulometría y estratificación inicial.
b) Pilotes de compactación.
   Los pozos se rellenan con material de diferente granulometría sin aglomerante.
c) Compactación y estabilización del suelo.
   Inyección de cemento: no puede realizarse en terrenos de gran cohesión ni en aquellos que atacan al cemento. Inyección de productos químicos (solución de ácido silíceo, cloruro de calcio): petrificación instantánea y permanente, sólo puede aplicarse en terrenos ricos en cuarzo (gravas, gravillas y arena).



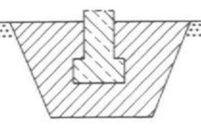
① La hipótesis, aceptada en la práctica, de que la presión se transmite a 45° no es del todo exacta. Según Kögler-Scheiding → 📖 las líneas de igual presión (isobaras), tienen una forma casi circular.



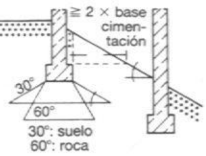
② – ③ A igual presión en la base, cuanto más ancha sea la cimentación mayor es la profundidad a que las tensiones se transmiten al terreno.



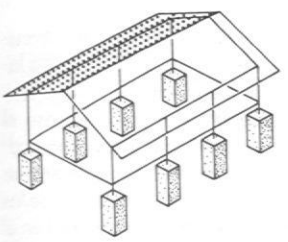
④ Cuando el ámbito de influencia de dos cimientos se superpone, existe peligro de un asentamiento excesivo. Es importante tenerlo en cuenta al cimentar al lado de un edificio existente.



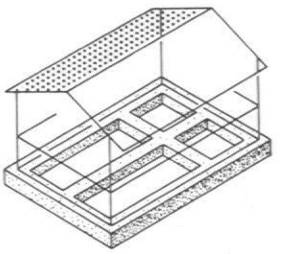
⑤ Cuando la cimentación se realiza sobre un lecho de arena de 0,80 a 1,20 m de altura, vertida y compactada por capas de 15 cm y cubierta con arcilla, las cargas transmitidas al terreno se reparten por una superficie mayor.



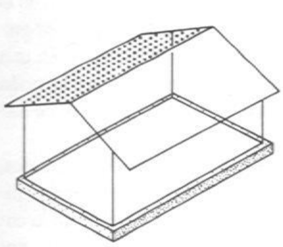
⑥ Cimentación en una ladera de montaña. Líneas de distribución de presiones = pendiente del suelo de cimentación.



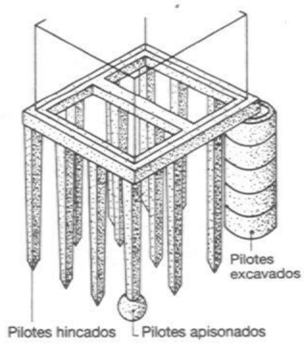
⑦ Cimentación aislada para edificios ligeros sin sótanos



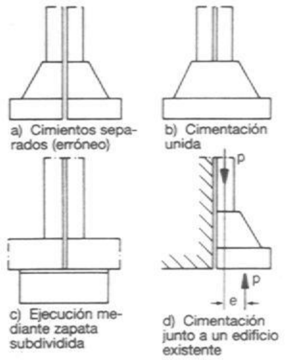
⑧ Lo más usual es realizar cimentaciones corridas



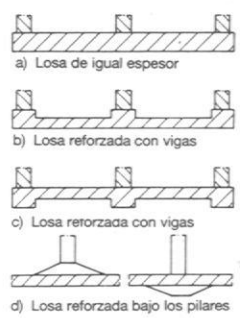
⑨ Losa de hormigón armado



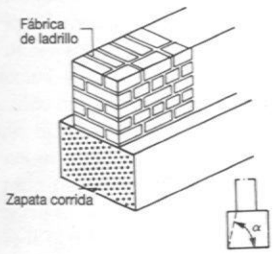
⑩ Cimentaciones a base de pilotajes y pozos



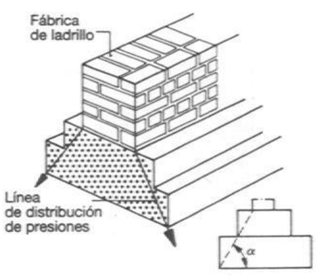
⑬ Ejecución de la cimentación en juntas de dilatación o separación



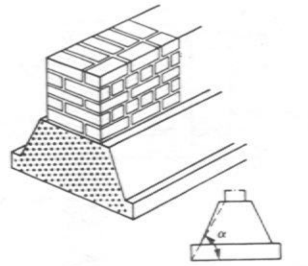
⑭ Secciones tipo de losas de cimentación



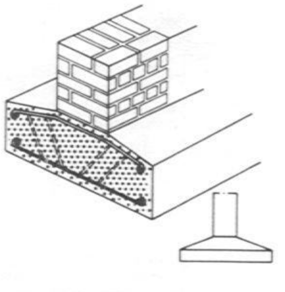
⑪ Zapata corrida sencilla, de hormigón en masa



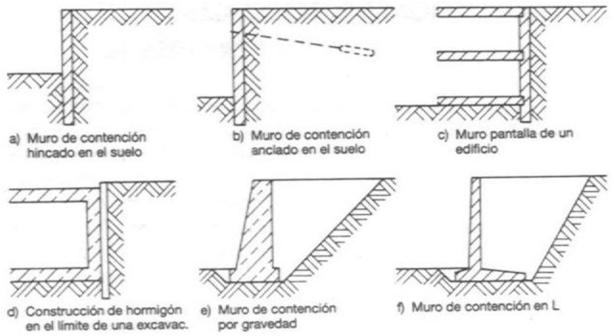
⑫ Zapata corrida escalonada, de hormigón en masa



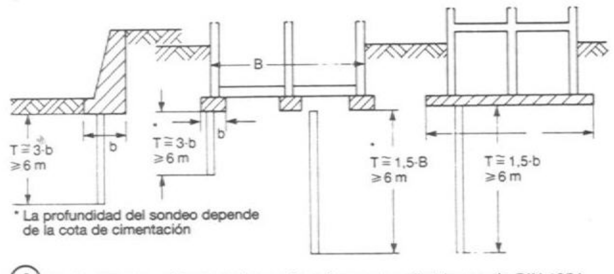
⑮ Zapata trapezoidal de hormigón en masa



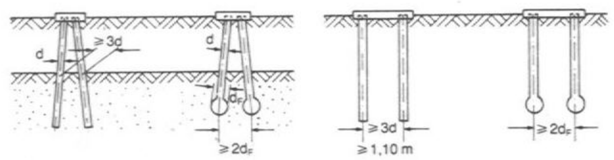
⑯ Zapata, aún más ancha, realizada con piezas prefabricadas de hormigón armado



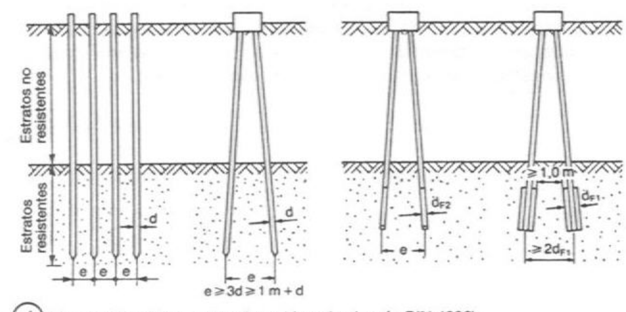
(1) Construcciones a calcular, por regla general, para un empuje activo (según DIN 1055, 2.ª)



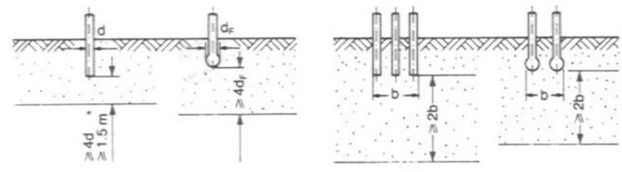
(2) Profundidades mínimas de las perforaciones para pilotajes según DIN 1054



(3) Separación mínima entre pilotes excavados (según DIN 4014, 1.ª)



(4) Separación mínima entre pilotes hincados (según DIN 4026)



(5) Profundidad mínima del estrato resistente por debajo del pilote (según DIN 4014, 1.ª)



(6) Pilotes de hormigón inyectado (sistema Brechtel)

CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS

DIN 1054, 1055, 4014

Por regla general, las construcciones que se han de calcular para un empuje activo se han de ajustar a lo establecido en DIN 1055 → (1). La carga que puede soportar un terreno se calcula a partir de sondeos, siempre y cuando no existan ya datos y/o referencias fiables, respecto a la estratificación del suelo y al tipo y características mecánicas de cada uno de los estratos. El número de sondeos a efectuar y la profundidad que deben alcanzar depende en cada caso de la topografía, del tipo de edificio a construir y de las características del propio subsuelo (separación de los sondeos ≦ 25 m). En las cimentaciones profundas, la profundidad de perforación se ha de medir desde la cara inferior de la cimentación → (2). Las profundidades obtenidas a través del procedimiento de cálculo se pueden reducir en 1/3 (P = 1,0 B o 2 × diámetro del pilote, pero siempre ≧ 6,0 m). Separación mínima entre los pilotes excavados → (3), entre pilotes hincados → (4). Estos valores no son aplicables para las paredes portantes de los pilotes perforados que transcurren ininterrumpidamente. Profundidad mínima del estrato resistente debajo de los pilotes excavados → (5), pilotes apisonados, patente Brechtel → (6).

Pilotajes. Conceptos básicos: la carga del pilote no se transmite al terreno solamente a través de la presión de la cabeza, sino también a través del rozamiento de las caras laterales. El tipo de transmisión de las cargas depende del suelo y de las características del pilote. Pilotes apoyados: la transmisión de cargas se realiza fundamentalmente a través de la cabeza y de forma secundaria por rozamiento de las caras laterales.

Pilotes flotantes: la cabeza de los pilotes no llega hasta el estrato resistente del suelo. Los estratos poco resistentes se comprimen al introducir el pilote.

Tipo de transmisión de las cargas: pilotes por rozamiento, transmiten su carga fundamentalmente por rozamiento de sus caras laterales; pilotes por presión en la cabeza, transmiten su carga fundamentalmente por compresión de su cabeza (en este caso el rozamiento de las caras laterales es inapreciable). La presión admisible en la cabeza se puede aumentar considerablemente ampliando la cabeza de los pilotes realizados *in situ*. Situación de los pilotes en el suelo: pilotes enterrados: aquellos que se hincan en el suelo en toda su longitud, pilotes libres: aquellos que sólo se hincan parcialmente en el suelo y, por lo tanto, están sometidos a flexión. Materiales: pilotes de madera, acero, hormigón, hormigón armado y hormigón pretensado.

Tipo de introducción en el suelo: pilotes hincados: se hincan en el suelo; pilotes apisonados: se apisonan después de hincar por golpeo una camisa metálica; pilotes excavados: se ejecutan en una perforación practicada previamente en el suelo. La perforación puede ser por hélice y pozo libre o por hélice permanente. Se distingue entre pilotes que comprimen o esponjan el suelo.

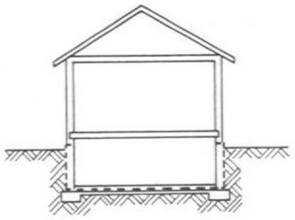
Tipo de solicitación: pilotes con carga axial; pilotes traccionados, que transmiten su carga por rozamiento de sus caras laterales; pilotes a compresión, que transmiten su carga por presión en la cabeza y rozamiento en sus caras laterales; pilotes a flexión, por ejemplo, pilotes sometidos a esfuerzos horizontales.

Construcción y ejecución: pilotes prefabricados: tramos estándar, se suministran en obra totalmente acabados y se hincan, apisonan o atornillan directamente en las perforaciones practicadas previamente en el suelo; pilotes en obra: se ejecutan en un espacio hueco previamente realizado, p.e., pilotes perforados, pilotes hincados *in situ*, o apisonados; pilotes mixtos, formados por tramos prefabricados y tramos realizados en la misma obra.

Los pilotes realizados *in situ* tienen la ventaja que su longitud se determina en obra, una vez efectuadas las perforaciones y comprobado el espesor y características de los estratos atravesados.

IMPERMEABILIZACIÓN DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

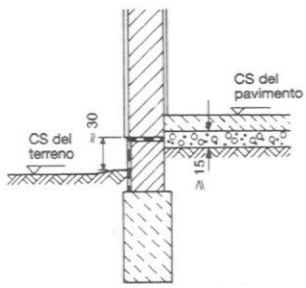
DIN 18195, 4095 → 🕮



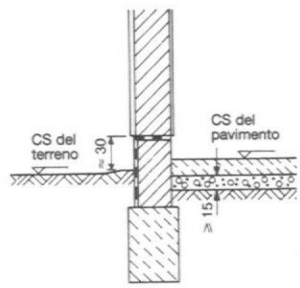
(1) Los sótanos se han de impermeabilizar en sentido horizontal y vertical, frente a la humedad del terreno → (7) - (14)



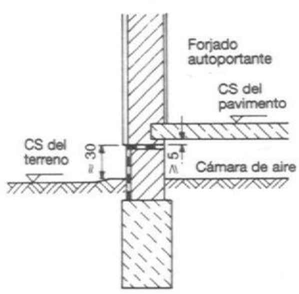
(2) En los edificios construidos sobre una pendiente, se ha de impermeabilizar con cuidado el lado de montaña y disponer un drenaje para canalizar el agua que baja por la ladera → (5) - (6)



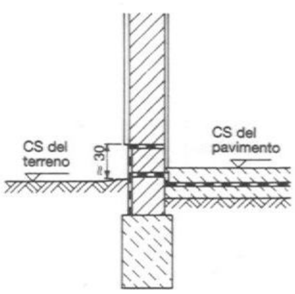
(3) Impermeabilización de edificios sin sótano, si la actividad a desarrollar permite un cierto grado de humedad: pavimento a la altura de la impermeabilización de los muros



(4) Impermeabilización de edificios sin sótano, cuando la actividad a desarrollar permite un cierto grado de humedad: pavimento a la altura del terreno



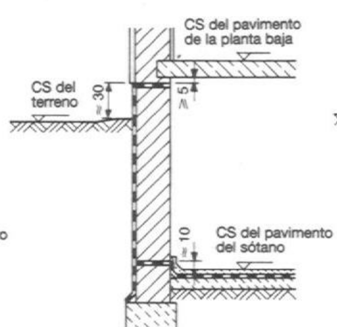
(5) Impermeabilización de edificios sin sótano: es conveniente disponer una cámara de aire debajo del primer forjado



(6) Impermeabilización de edificios sin sótano: pavimento a la altura del terreno



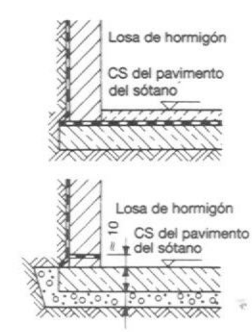
(7) Impermeabilización de edificios con sótano, cuando la actividad a desarrollar permite un cierto grado de humedad: muros de obra de fábrica sobre zapata corrida



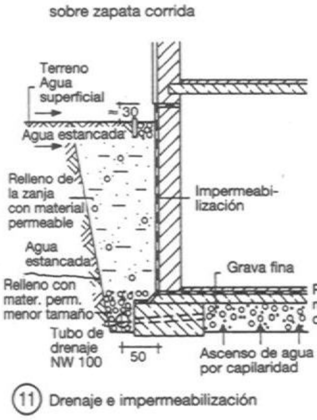
(8) Impermeabilización de edificios con sótano: muros de obra de fábrica sobre zapatas corridas



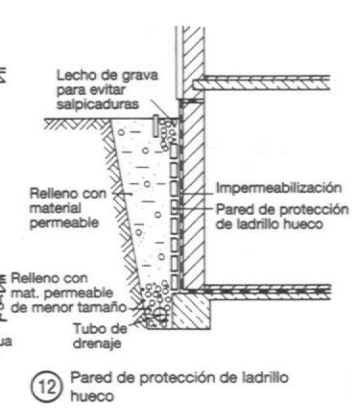
(9) Impermeabilización de edificios con sótano: muros de hormigón armado



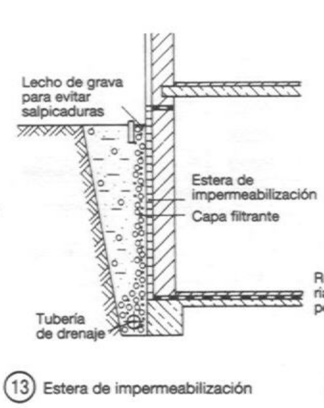
(10) Impermeabilización de edificios con sótano: paredes de obra de fábrica sobre losas de hormigón



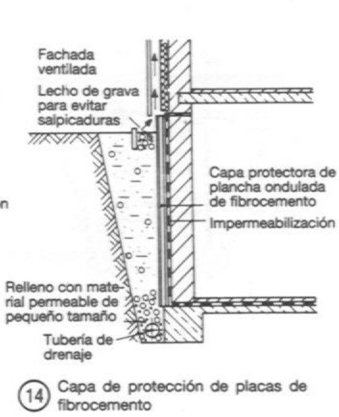
(11) Drenaje e impermeabilización



(12) Pared de protección de ladrillo hueco



(13) Estera de impermeabilización



(14) Capa de protección de placas de fibrocemento

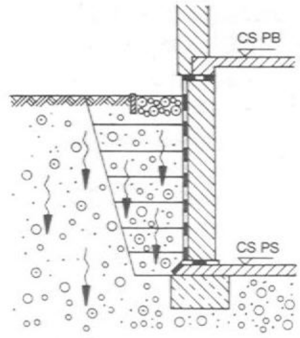
Los sótanos se destinan cada vez menos a lugares de almacenamiento y en cambio cada vez más se utilizan como espacios para desarrollar actividades de ocio o como espacios habitables o de trabajo adicional. Para satisfacer los requisitos de un mayor nivel de habitabilidad y confort climático, es imprescindible impermeabilizar el sótano contra la humedad procedente del exterior. En los edificios sin sótano, las paredes exteriores e interiores se protegen del ascenso de humedad por capilaridad, mediante una impermeabilización horizontal → (3) − (6). En las paredes exteriores esta impermeabilización se ha de colocar a 30 cm por encima del terreno → (3) − (6). En los edificios cuyos sótanos tienen muros de mampostería se han de prever al menos dos impermeabilizaciones horizontales → (7) − (8). En las paredes interiores puede suprimirse la capa superior. Para impermeabilizar horizontalmente las paredes se han de emplear láminas bituminosas o de material sintético. Según cual sea el tipo de impermeabilización y el acabado interior se ha de prever una capa de protección en las paredes → (12) − (14). No pueden verterse directamente contra las paredes impermeabilizadas cascotes de obra.

Aparición de agua debido a:	Requisitos a satisfacer por la impermeabilización	Tipo de impermeabilización
Humedad del terreno	Ascenso por capilaridad en los elementos verticales	Barreras contra la humedad del terreno
Agua procedente de lluvias y desagües	Entrada de agua (sin presión) en los paramentos inclinados	Impermeabilización frente a la infiltración de agua
Agua subterránea	Presión hidrostática	Impermeabilización resistente a la presión del agua

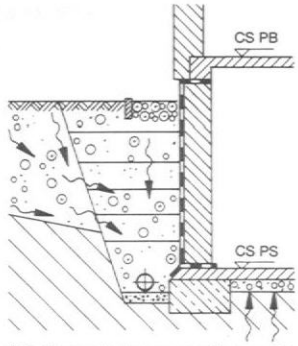
IMPERMEABILIZACIÓN DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

DRENAJES DE PROTECCIÓN

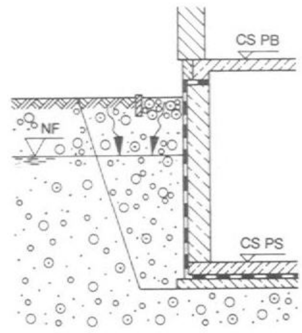
DIN 4095, 18195 → 🕮



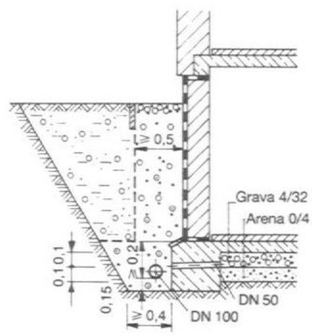
① Humedad del terreno en suelos muy permeables



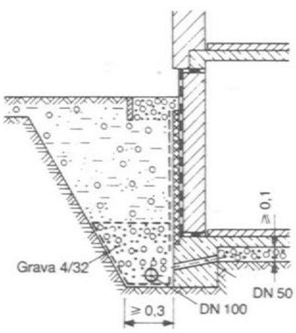
② Presencia de agua en el terreno, sin llegar a ejercer presión hidrostática sobre el muro



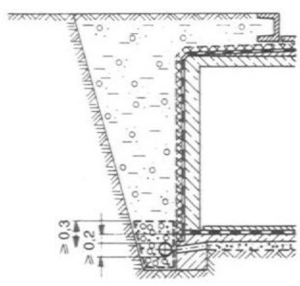
③ Presencia de agua en el terreno, ejerciendo presión hidrostática sobre el muro



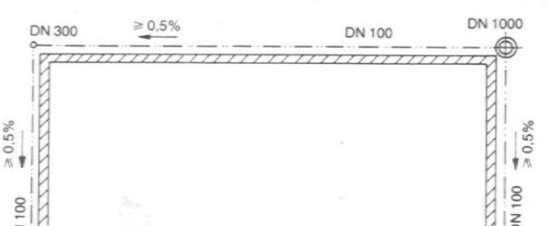
④ Sistema de drenaje con zanja



⑤ Sistema de drenaje con elementos de drenaje



⑥ Sistema de drenaje en construcciones enterradas



⑦ Ejemplo de un sistema anular de drenaje, formado por tuberías de evacuación y dispositivos de control y lavado



⑧ Arqueta de drenaje

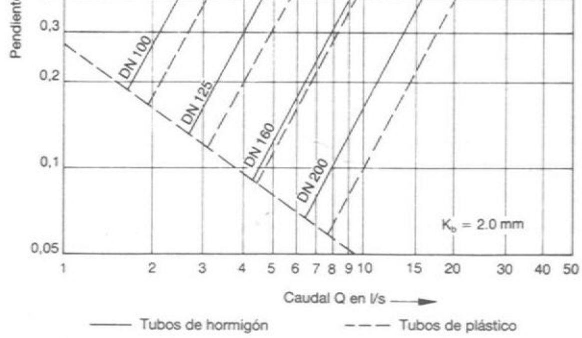
Símbolo	Elemento	Material
	Capa filtrado	Arena Geotextil (lana mineral)
	Capa drenaje	Grava Elemento aislado (Ladrillos o planchas) Elem. conexión (Estera drenaje)
	Capa protec. Capa separac.	Lámina Imprimación
	Impermeabiliz.	
	Tubería drenaje	Tubo de control y lavado Arqueta de control y lavado

⑨ Simbología empleada en las ilustraciones

El drenaje de un terreno es el desagüe del mismo mediante una zanja y una tubería, el objetivo es evitar la aparición de una presión hidrostática excesiva en los muros enterrados.
Para que la tubería de drenaje no se cubra de barro es necesario recubrirla con grava de pequeño tamaño (capa de filtrado).
Un sistema de drenaje se compone de dos elementos: drenaje e instalación de control y lavado, y una conducción de evacuación.
La palabra drenaje es un concepto que incluye tanto la capa de filtrado como la canalización de desagüe.
La necesidad de disponer un drenaje se ha de determinar en cada uno de los casos → ① – ③. ① En suelos muy permeables cuando en el terreno sólo hay humedad.
② Cuando el agua ejerce presión hidrostática sobre los muros, puede canalizarse por una tubería.
③ Cuando el agua produce una presión hidrostática sobre los muros, por lo general al rebasar el nivel freático, o cuando no es posible canalizarla mediante un sistema de drenaje.

Situación	Material	Espesor en mm
Delante de paredes	Arena de río B 32 DIN 1045	≥ 0,50
	Capa de filtrado de granulometría 0/4 y capa de protección de granulometría 4/32	≥ 0,10 ≥ 0,20
	Grava de granulometría 4/32 y geotextil	≥ 0,20
Sobre tejados	Grava de granulometría 4/32 y geotextil	≥ 0,50
Debajo de forjados sanitarios	Capa de filtrado de granulometría 0/4 y capa de protección de granulometría 4/32 Grava de granulometría 4/32 y geotextil	≥ 0,10
Alrededor de tuberías de drenaje	Arena de río B 32 DIN 1045 Capa de filtrado de granulometría 0/4 y capa de protección de granulometría 4/32 Grava de granulometría 4/32 y geotextil	≥ 0,15 ≥ 0,10 ≥ 0,10

Ejecución y espesor de la capa de drenaje mediante materiales minerales.
Tubería de drenaje longitud nominal DN 100; pendiente 0,5 %.
Tubería de control y lavado longitud nominal DN 300.
Arqueta de control y lavado longitud nominal DN 1000.



⑩ Diagrama de dimensiones para las canalizaciones de drenaje

Elementos de construcción

IMPERMEABILIZACIÓN DE SÓTANOS

DIN 4095, 18195 → 📖

Si el estrato de cimentación no es tan permeable como los estratos superficiales del terreno, éste se anegará y el agua ejercerá una presión contra los muros, por eso es conveniente establecer un sistema de drenaje para canalizar el agua → ① – ③, o disponer una impermeabilización que resista la presión hidrostática → ④ – ⑬.

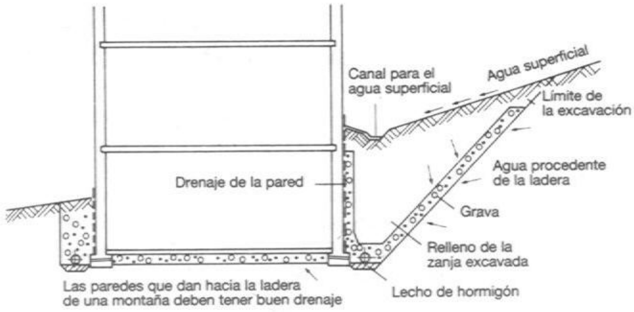
Presión hidrostática

Los elementos que puedan quedar sumergidos han de estar rodeados por una capa estanca e impermeable capaz de resistir la presión hidrostática. Se han de conocer las características del subsuelo, la cota máxima del nivel freático y su contenido en compuestos químicos. La barrera impermeable ha de llevarse hasta 30 cm por encima del nivel máximo que pueda alcanzar el agua. Como material impermeabilizante suelen emplearse láminas bituminosas, chapas metálicas o láminas de material sintético.

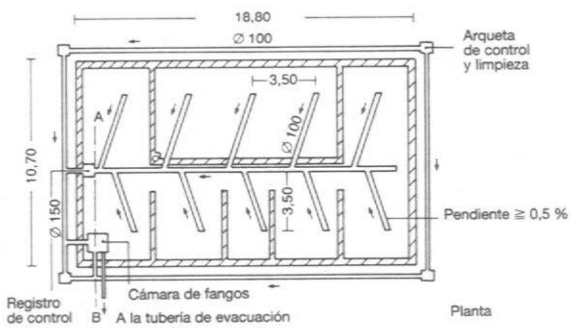
Ejecución: tras hacer descender el nivel del agua por debajo de la cota inferior de la construcción se extenderá una capa de hormigón y sobre ella se levantarán los paramentos de protección que se revocarán antes de colocar la lámina de impermeabilización. Las aristas deben redondearse → ⑥ – ⑦.

La impermeabilización ha de formar una bañera cerrada o rodear la construcción por todas sus caras → ⑥ – ⑦. En caso de colocar la impermeabilización por dentro, los muros (revestimiento exterior) deben soportar toda la presión hidrostática → ⑫.

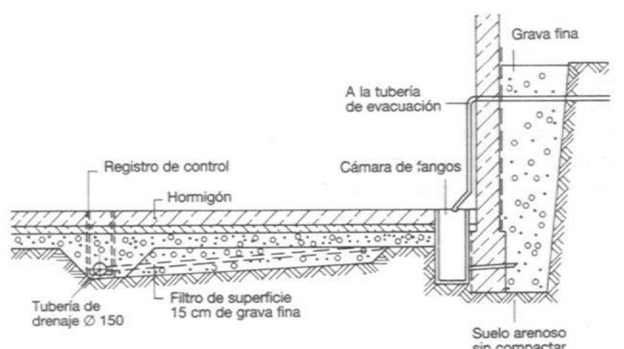
Elementos de construcción



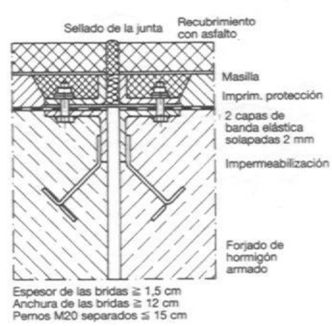
① Las paredes que dan hacia la ladera de una montaña deben tener un buen drenaje



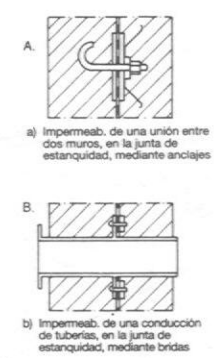
② Drenaje de una superficie, mediante una capa filtrante de grava y un sistema anular de tuberías



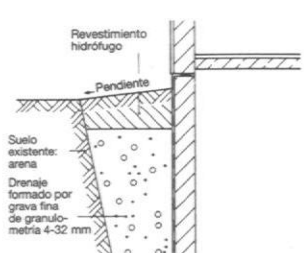
③ Sección A-B → ②



⑧ Impermeab. de juntas de dilatación en forjados de hormigón armado



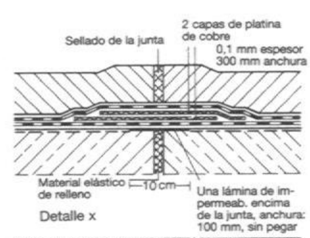
⑨ Detalles: impermeabilización entre dos muros



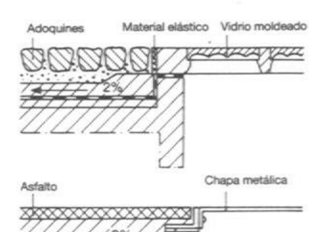
④ Drenaje con filtro de mezcla



⑤ Drenaje con filtro escalonado



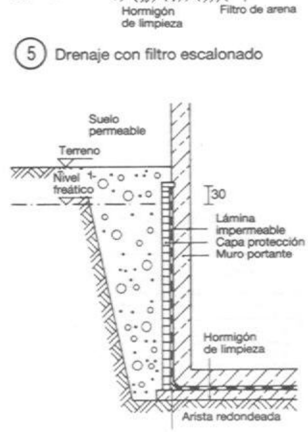
⑩ Imperm. de juntas de dilat. en forjados de h. armado. Aislam. térm. cte. mediante un recrecido del forjado



⑪ Impermeabilización de las juntas de ventanas y claraboyas



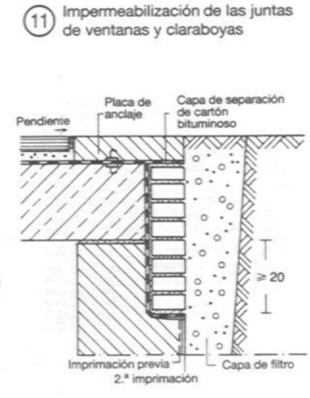
⑥ Impermeabilización resistente a la presión hidrostática



⑦ Impermeabilización resistente a la presión hidrostática



⑫ Impermeab. interior de un sótano situado por debajo del nivel freático



⑬ Impermeabilización del encuentro forjado-muro

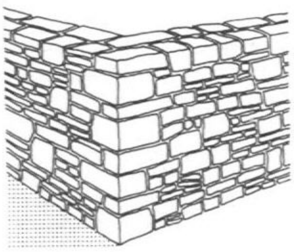
Los muros de piedra natural se diferencian entre sí por el tipo de labra: mampostería careada, ordinaria, concertada de aparejo regular o irregular, verdugada y sillería → ① - ⑩.

Las piedras estratificadas de procedencia sedimentaria se han de aparejar con el lecho de cantería horizontal, → ①, ③, ④ para producir un efecto más natural, ya que así las cargas actúan perpendicularmente a la mayor superficie de apoyo. Las piedras procedentes de rocas eruptivas volcánicas se suelen aparejar en forma de mampostería ordinaria → ②. La soga de los mampuestos no debe ser inferior al grueso, ni 4 o 5 veces mayor que éste. Para la imagen resultante del edificio es importante que los mampuestos tengan la dimensión adecuada. Hay que vigilar la buena trabazón del aparejo longitudinal y transversal.

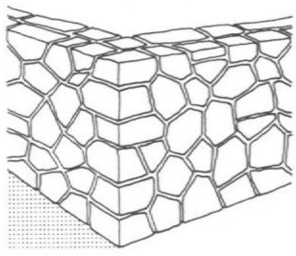
Se ha de cumplir, que:

a) en ningún punto de la cara anterior o posterior concurran más de 3 juntas;
b) ninguna junta atraviese más de 2 hiladas;
c) entre dos sogas haya el menos un tizón o alternar hiladas de sogas con hiladas de tizones;
d) el espesor (profundidad) de los tizones sea al menos una vez y media la altura de la hilada, pero como mínimo 30 cm;
e) el espesor (profundidad) de las sogas sea aproximadamente igual a la altura de la hilada;
f) el solape de las juntas sea ≧ 10 cm en las fábricas de mampostería concertada y = 15 cm en la sillería → ⑤, ⑥, ⑦;
g) se coloquen los mampuestos mayores en las esquinas → ① - ⑥. Las superficies visias se han de rejuntar.

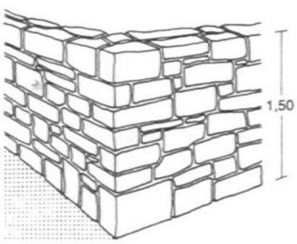
Nivelación para garantizar el equilibrio estático cada 1,5 a 2,0 m (altura del andamio de trabajo). Juntas de grosor ≦ 3 cm, según el tipo de labra de los mampuestos. Utilizar mortero de cal o mortero de cal y cemento, ya que el mortero de cemento afecta al color de determinadas piedras. En los muros trasdosados, la fábrica de ladrillo se incluye en la sección resistente si tiene un espesor ≧ 12 cm → ⑨. Los revestimientos con losetas de 2,5 a 5 cm de espesor (travertino, granito, cal de conchas, etc.) no se incluyen en la sección resistente y se fijan al muro portante mediante anclajes inoxidables con una separación de 2 cm → ⑩.



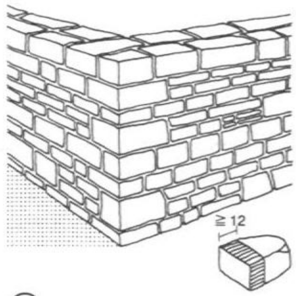
① Mampostería en seco



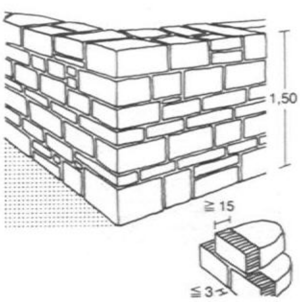
② Mampostería ordinaria



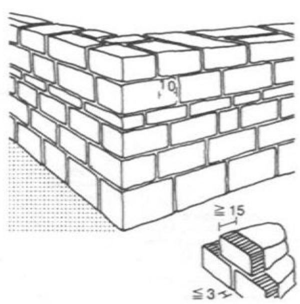
③ Mampostería careada



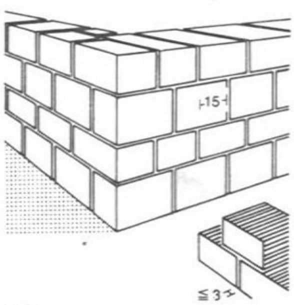
④ Mampostería concertada



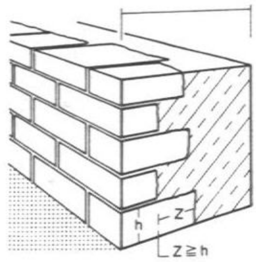
⑤ Mampostería de hiladas irregulares



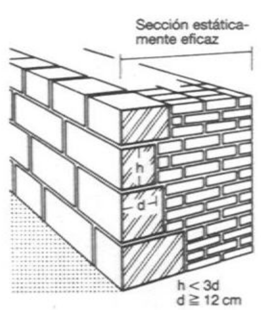
⑥ Mampostería de hiladas regulares



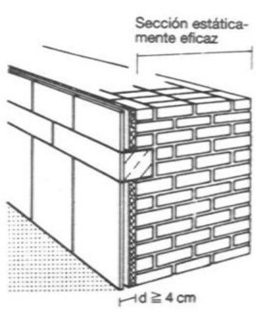
⑦ Sillería



⑧ Muro trasdosado



⑨ Muro trasdosado con sección estructuralmente eficaz



⑩ Revestimiento con losetas, estáticamente ineficaz

Grupo	Tipo de piedra	Mínima resis. compr. en KP/cm² (MN/m²)
A	Piedras calizas, travertino, toba volcánica	200 (20)
B	Piedras areniscas blandas (con aglutinante arcilloso)	300 (30)
C	Piedras calizas duras (densas) y dolomías (incluido el mármol)	500 (50)
D	Piedras areniscas con cuarzo (con aglutinante silíceo), gres y similares	800 (80)
E	Granito, sienita, diorita, diabasa, gabro, pórfido, etc.	1200 (120)

⑪ Resistencia mínima a compresión de las piedras de cantería

	Tipo de fábrica	Tipo de mortero	Tipo de piedra según tabla ⑪ A	B	C	D	E
1	Mampostería careada	I	2 (0,2)	2 (0,2)	3 (0,3)	4 (0,4)	6 (0,6)
2		II/IIa	2 (0,2)	3 (0,3)	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)
3		III	3 (0,3)	5 (0,5)	6 (0,6)	10 (1,0)	12 (1,2)
4	Mampostería concertada	I	3 (0,3)	5 (0,5)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)
5		II/IIa	5 (0,5)	7 (0,7)	9 (0,9)	12 (1,2)	16 (1,6)
3		III	6 (0,6)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)
7	Mampostería concertada de hiladas regulares o irregulares	I	4 (0,4)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)	16 (1,6)
8		II/IIa	7 (0,7)	9 (0,9)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)
9		III	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)
10	Sillería	I	8 (0,8)	10 (1,0)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)
11		II/IIa	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)
12		III	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)

⑫ Valor básico de la compresión admisible en las fábricas de piedra natural, en KP/cm² (MN/m²)

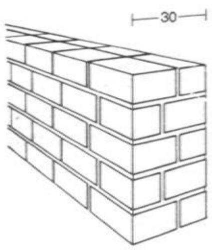
	Esbeltez	8 (0,8)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)
1	10	8 (0,8)	10 (1,0)	12 (1,2)	16 (1,6)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)	50 (5,0)
2	12	6 (0,6)	7 (0,7)	8 (0,8)	11 (1,1)	15 (1,5)	22 (2,2)	30 (3,0)	40 (4,0)
3	14	4 (0,4)	5 (0,5)	6 (0,6)	8 (0,8)	10 (1,0)	14 (1,4)	22 (2,2)	30 (3,0)
4	16	3 (0,3)	3 (0,3)	4 (0,4)	6 (0,6)	7 (0,7)	10 (1,0)	14 (1,4)	22 (2,2)
5	18			3 (0,3)	4 (0,4)	5 (0,5)	7 (0,7)	10 (1,0)	14 (1,4)
6	20					3 (0,3)	5 (0,5)	7 (0,7)	10 (1,0)

⑬ Compresión admisible de las fábricas de piedra natural en KP/cm² (MN/m²)

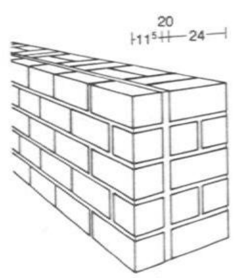
OBRA DE FÁBRICA
DE PIEDRA ARTIFICIAL
DIN 105, 106, 398, 1053, 18151-53



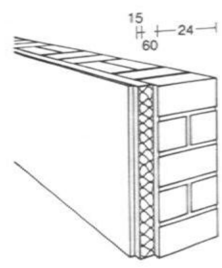
(1) Muro revocado de una hoja



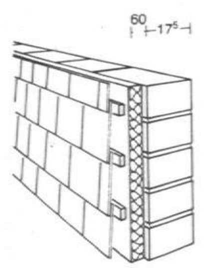
(2) Muro de obra vista de una hoja



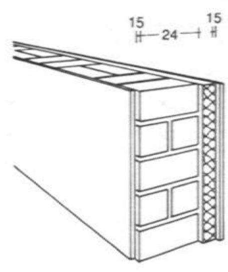
(3) Muro de dos hojas



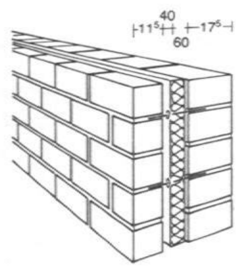
(4) Muro de una hoja con aislante térmico



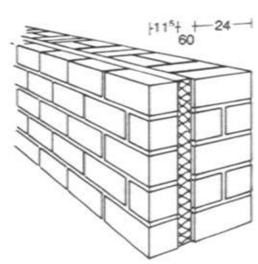
(5) Muro de una hoja con revestimiento-cortina



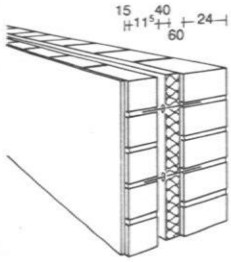
(6) Muro de una hoja con aislamiento en el interior



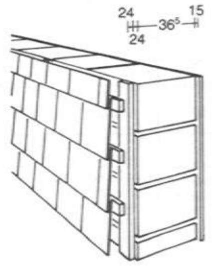
(7) Muro de dos hojas con cámara de aire



(8) Muro de dos hojas sin cámara de aire



(9) Muro revocado con o sin cámara de aire



(10) Muro termoaislante revestido con losetas

Tipos de piedra:

DIN 105 Ladrillos cerámicos
- M = Ladrillo ordinario macizo
- Mr = Ladrillo macizo para revestir
- Mc = Clinquer macizo
- P = Ladrillo ordinario perforado
- Pr = Ladrillo perforado para revestir
- Pc = Clinquer perforado

DIN 106 Ladrillos silico-calcáreos
- M-ESC = Ladrillos y bloques macizos
- Mr-ESC = Ladrillos y bloques macizos para revestir
- M-ESC = Ladrillos y bloques macizos
- BP-ESC = Bloques perforados
- BPr-ESC = Bloques huecos y perforados para revestir
- BH-ESC = Bloques huecos

DIN 18153 Bloques huecos de hormigón

DIN 398 Ladrillos de escorias siderúrgicas
- M-EE = Ladrillo macizo
- BP-EE = Bloque perforado
- BH-EE = Bloque hueco
- Mr-EE = Ladrillo macizo para revestir

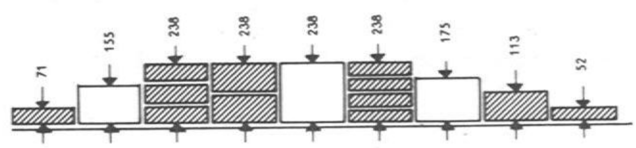
DIN 4165 Bloques de hormigón celular
DIN 18149 Ladrillos perfor. horm. ligero
DIN 18151 Bloques huecos horm. ligero
DIN 18152 Ladrillos y bloques macizos de hormigón ligero
- M = Ladrillo macizo
- B = Bloque macizo
- A = Sigla adicional para bloques macizos aplantillados

Elementos de construcción

Toda obra de fábrica se ha de ejecutar respetando las leyes de traba. En los muros de dos hojas → (7) + (9) el forjado sólo se puede apoyar en la interior. Las hojas se han de unir entre sí al menos con 5 anclajes de 3 mm de diámetro cada m^2. Máxima separación entre los anclajes: 25 cm en vertical y 75 cm en horizontal.

Denominación		Soga en cm	Tizón en cm	Grueso en cm
Formato pequeño	FP	24	11,5	5,2
Formato normal	FN	24	11,5	7,1
1 $^1/_2$ formato normal	1 $^1/_2$ FN	24	11,5	11,3
2 $^1/_2$ formato normal	2 $^1/_2$ FN	24	17,5	,11,3

(11) Formato de los ladrillos según DIN 105



(12) Relación entre el grueso de los ladrillos. Medidas recomendadas → (17)

Espesor de los muros de sótano en cm	Altura a del terreno por encima del suelo del sótano en m cuando la carga vertical (concarga) es de: ≧50 kN/m	< 50 kN/m
36,5	2,50	2,00
30	1,75	1,40
24	1,35	1,00

(13) Espesor mínimo de los muros de sótanos

Espesor de las paredes portantes que deben arriostrarse en cm	Altura entre plantas en m	Muro arriostramiento desde la 1.ª hasta la 4.ª y desde la 5.ª hasta la 6.ª planta desde arriba		Separac. en m	Longitud
		Espesor en cm			
11,5 ≦ d < 17,5	≦3,25	≧11,5	≧17,5	≦4,50	≧ 1/5 de la altura
17,5 ≦ d < 24				≦6,00	
24 ≦ d < 30	≦3,50			≦8,00	
30 ≦ d	≦5,00				

(14) Espesor, separación y longitud de los muros de arriostramiento

Medidas en cm		Espesor del muro en cm 11,5	17,5	24	30	≧36,5
Nichos realizados en muros de carga	Anchura	–	≦51		≦63,5	≦76
	Espesor restante	–	≧11,5		≧17,5	≧24
Rozas realizadas en muros de carga	Anchura	≦ Espesor del muro				
	Profundidad	≦2	≦3	≦4	≦5	≦6
Separación mínima entre nichos o rozas		199				
Separación entre huecos		≧36,5				
Separación entre uniones		≧24				

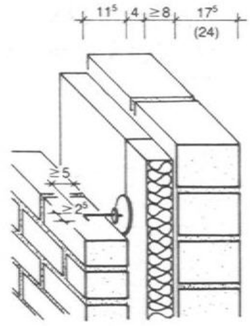
(15) Rozas y nichos permitidos sin comprobación de cálculo en muros de carga

OBRA DE FÁBRICA

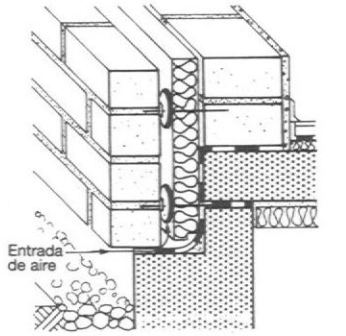
DE PIEDRA ARTIFICIAL

DIN 105, 106, 399, 1053, 18151, 1852, 1853, 4165

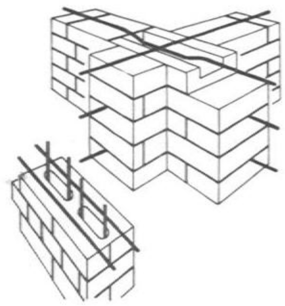
La obra de fábrica se ha de arriostrar con muros transversales y se ha de encadenar con zunchos de coronación (principio de estabilidad). Los muros transversales de arriostramiento sirven para aumentar la resistencia frente a los esfuerzos horizontales → p. 65 ⑭. Se han de calcular, cuando reciben una carga mayor a la de su peso propio, como muros portantes que son aquellos que soportan, además de su propio peso, cargas horizontales. Siempre que sea posible se evitará hacer rozas en los muros después de levantados. Las rozas horizontales, o con pendiente, sólo deben realizarse en muros con una esbeltez ≦ 14 y espesor ≧ 24 cm, en caso contrario se ha de justificar su viabilidad mediante cálculo → p. 65 ⑮. En los edificios con más de dos plantas o más de 18 m de longitud, todos los muros de cerramiento, y también los transversales de arriostramiento, se han de coronar con una cadena de hormigón armado de enlace con los forjados. Esta regla se aplica también cuando la suma de los huecos es superior al 60 % de la superficie, o supera el 40 % de la longitud de la superficie, o estos huecos tienen una anchura mayor a 2/3 de la altura del piso.



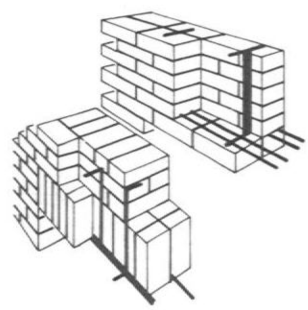
① Muro de dos hojas con aislamiento térmico y sin cámara de aire



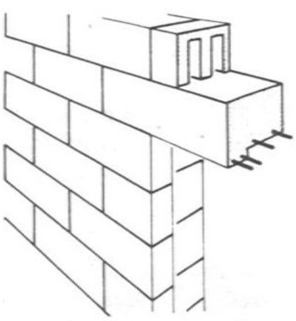
② Con cámara de aire ventilada por el zócalo



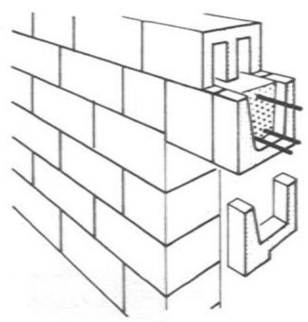
③ Unión entre muros armados de bloques de hormigón ligero



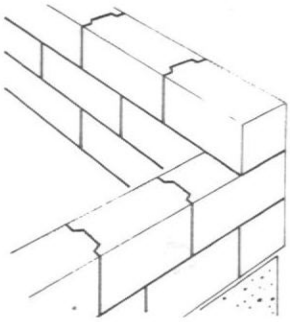
④ Obra de fábrica armada: dintel de puertas y ventanas



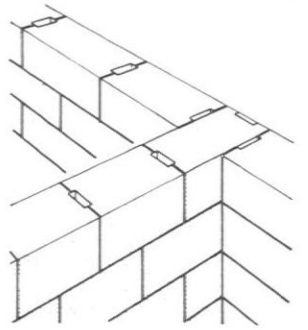
⑤ Muro de bloques de hormigón ligero (huecos) con dintel de hormigón armado



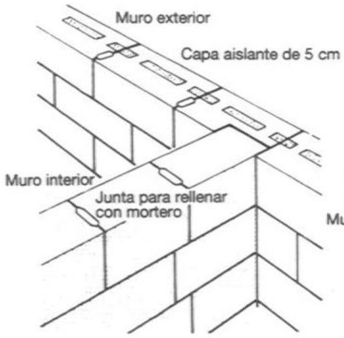
⑥ Muro de bloques huecos con dintel de piezas prefabricadas



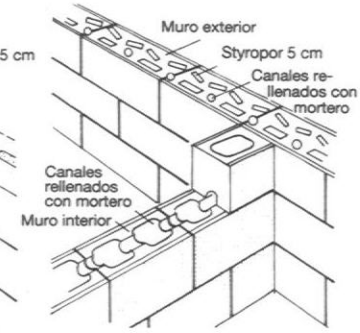
⑦ Bloques de hormigón celular con juntas encastadas de 1 mm



⑧ Ladrillos de arcilla rejuntados con mortero



⑨ Bloques con una capa aislante de 5 cm y juntas para rellenar con mortero



⑩ Ejecución de un muro con aislamiento y ranura para rellenar con mortero

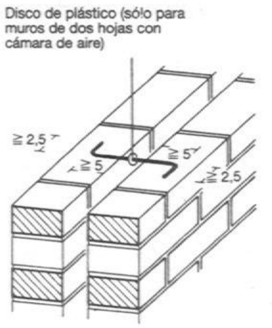
N.° orden	Longitud [1] en m			Hiladas	Altura en m, en función del espesor en mm de los ladrillos o bloques					
	A	Ö	V		52	71	113	155	175	238
1	0,115	.0,135	0,125	1	0,0625	0,0833	0,125	0,1666	0,1875	0,25
2	0,240	0,260	0,250	2	0,1250	0,1667	0,250	0,3334	0,3750	0,50
3	0,365	0,385	0,375	3	0,1875	0,2500	0,375	0,5000	0,5625	0,75
4	0,490	0,510	0,500	4	0,2500	0,3333	0,500	0,6666	0,7500	1,00
5	0,615	0,635	0,625	5	0,3125	0,4167	0,625	0,8334	0,9375	1,25
6	0,740	0,760	0,750	6	0,3750	0,5000	0,750	1,0000	1,1250	1,50
7	0,865	0,885	0,875	7	0,4375	0,5833	0,875	1,1666	1,3125	1,75
8	0,990	1,010	1,000	8	0,5000	0,6667	1,000	1,3334	1,5000	2,00
9	1,115	1,135	1,125	9	0,5625	0,7500	1,125	1,5000	1,6875	2,25
10	1,240	1,260	1,250	10	0,6240	0,8333	1,250	1,6666	1,8750	2,50
11	1,365	1,385	1,375	11	0,6875	0,9175	1,375	1,8334	2,0625	2,75
12	1,490	1,510	1,500	12	0,7500	1,0000	1,500	2,0000	2,2500	3,00
13	1,615	1,635	1,625	13	0,8125	1,0833	1,625	2,1666	2,4375	3,25
14	1,740	1,760	1,750	14	0,8750	1,1667	1,750	2,3334	2,6250	3,50
15	1,865	1,885	1,875	15	0,9375	1,2500	1,875	2,5000	2,8125	3,75
16	1,990	2,010	2,000	16	1,0000	1,3333	2,000	2,6666	3,0000	4,00
17	2,115	2,135	2,125	17	1,0625	1,4167	2,125	2,8334	3,1875	4,25
18	2,240	2,260	2,250	18	1,1250	1,5000	2,250	3,0000	3,3750	4,50
19	2,365	2,385	2,375	19	1,1875	1,5833	2,375	3,1666	3,5625	4,75
20	2,490	2,510	2,500	20	1,2500	1,6667	2,500	3,3334	3,7500	5,00

[1] E = medida exterior, H = medida del hueco, S = medida del resalto

⑪ Medidas para el diseño de obras de fábrica

Formato	Formato	Medidas en cm L A H	N.° de hiladas por m de altura	Espesor del muro cm	Por m² muro N.° de piezas	Por m² muro Litros de mortero	Por m³ de muro N.° de piezas	Por m³ de muro Litros mort.
Ladrillos perforados (para ladrillos macizos un 10 % menos de mortero)	FP	24×11,5×5,2	16	11,5 36,5	66 132 198	29 68 109	573 550 541	242 284 300
	FN	24×11,5×7,1	12	11,5 24 36,5	50 99 148	26 64 101	428 412 406	225 265 276
	2 FP	24×11,5×11,3	8	11,5 24 36,5	33 66 99	19 49 80	286 275 271	163 204 220
	3 FP	24×17,5×11,3	8	17,5 24	33 45	28 42	188 185	160 175
	4 FP	24×24×11,3	8	24	33	39	137	164
	8 FP	24×24×23,8	4	24	16	20	69	99
Bloques y ladrillos huecos	Bloques y ladrillos huecos	49,5×17,5×23,8 49,5×24×23,8 49,5×30×23,8 37×24×23,8 37×30×23,8 24,5×36,5×23,8	4 4 4 4 4 4	17,5 24 30 24 30 36,5	8 8 8 12 12 16	16 22 26 26 32 36	46 33 27 50 42 45	84 86 88 110 105 100

⑫ Número de piezas necesarias para ejecutar obras de fábrica



① Anclajes para los muros de cerramiento de dos hojas



② Anclaje de la hoja exterior → pp. 65-66

Espesor del muro en cm	17,5	11,5
Altura de las plantas en m	≦3,25	
Sobrecarga en kN/m², incluida la sobrecarga de tabiquería	≦2,75	
Número de plantas	4[1)2)]	2[2)]

Sólo admisible como soporte intermedio de forjados continuos de luces ≦ 4,50 m, en los forjados bidireccionales se ha de considerar la luz menor[3)]. Entre los muros de arriostramiento transversales sólo se admite un hueco de anchura inferior a 1,25 m.
[1)] Incluidas plantas intermedias con paredes de 11,5 cm de espesor.
[2)] Si los forjados son bidireccionales, los valores se pueden multiplicar por 2 para el eje en el que resultan cargas menores sobre los muros.
[3)] Se admiten cargas concretas centradas, si se comprueba numéricamente la resistencia del muro. Estas cargas no pueden ser superiores a 30 kN en los muros de 11,5 cm de espesor, ni superiores a 50 kN en los muros de 17,5 cm de espesor.

③ Muros interiores de carga con un espesor < 24 cm; condiciones de aplicación

Espesor del muro en cm	Máximo valor de la superficie de hueco en m² para una altura desde el terreno de 0 a 8 m		8 a 20 m		20 a 100 m	
	ε = 1,0	ε ≧ 2,0	ε = 1,0	ε ≧ 2,0	ε = 1,0	ε ≧ 2,0
11,5[1)]	12	8	5	5	6	4
17,5	20	14	13	9	9	6
≧24	36	25	23	16	16	12

④ Huecos en muros de cerramiento no portantes (sólo mortero IIa o III)

Norma DIN	Denominación	Densidad kg/m³	Muros de cerram. DIN 4108	Muros de separación entre viviendas y de cajas de escalera
18151	Bloques huecos de hormigón ligero con 2 o 3 cámaras	1000 1200 1400	300 365 490	300 240 240
18152	Bloques macizos de hormigón ligero	800 1000 1200 1400 1600	240 300 300 365 490	300 300 240 240 240
4165	Bloques de hormigón celular	600 800	240 240	365 365
4223	Hormi. celular curado al vapor	800	175	312,5
4226 2.ª parte	Grandes piezas de arcilla expandida, pizarra expandida, piedra pómez y puzolanas sin arena cuarcífera	800 1000 1200 1400	175 200 275 350	312,5 312,5 250 250
4226 2.ª parte	Hormigón ligero con escorias y aditivos no porosos	1600 1800 2000	450 625 775	250 250 250
4226 2.ª parte	Hormigón ligero con escorias y aditivos porosos	1200 1400 1600	275 325 425	250 250 250

⑤ Espesor mínimo de los muros de cerramiento, muros de separación entre viviendas y muros de cajas de escaleras revocados por ambos lados

OBRA DE FÁBRICA
DE PIEDRA ARTIFICIAL
DIN 105, 106, 399, 1053, 18151, 18152, 18153, 4165

Muro a cara vista. Obra de fábrica que en su paramento refleja el aparejo y juego de juntas. Se alternan hiladas de ladrillos a tizón con otras a soga, en las que ha de haber ≧ 2 filas de ladrillos entre los que discurre una junta longitudinal continua rellena con mortero de 2 cm de espesor → p. 65.

Muro de dos hojas sin cámara de aire. Para comprobar las tensiones de trabajo se ha de considerar sólo el espesor de la hoja interior; para calcular la altura y la separación entre muros de arriostramiento se ha de considerar el espesor de la hoja interior más la mitad del espesor de la hoja exterior.

Muro de dos hojas con aislamiento térmico en el interior de la cámara. La cámara se puede rellenar completamente con material aislante.

Muro de dos hojas con cámara de aire. Espesor mínimo de la hoja interior → ⑥. Las hojas exteriores han de tener un espesor ≧ 11,5 cm y la cámara de aire ha de tener 6 cm de espesor. Unión de las hojas mediante anclajes → ① – ②. La hoja exterior se ha de apoyar en toda su superficie y se ha de arriostrar cada 12 m como mínimo.
La cámara de aire ha de ser continua desde 10 cm por encima del terreno hasta la cubierta.
Las hojas exteriores han de tener aberturas de ventilación de 150 cm² de superficie en la parte superior e inferior. Juntas de dilatación verticales en la hoja exterior, al menos en las esquinas del edificio, y horizontales en los arriostramientos → ②.

Obra de fábrica armada. Espesor del muro ≧ 11,5 cm, resistencia del ladrillo: clase ≧ 12, mortero clase III. Juntas con armadura ≦ 2 cm. Acero ∅ ≦ 8 mm, en las intersecciones ≦ 5 mm.

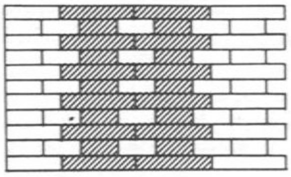
Tipos de muros, espesores. Se ha de comprobar numéricamente el espesor necesario del muro.
Se puede prescindir de estos cálculos si el espesor elegido es evidentemente suficiente. Al elegir el espesor se ha de tener en cuenta la función del muro como aislante térmico y acústico y como protección frente al fuego y la humedad.
En los muros de cerramiento de ladrillo no resistente a las heladas, se ha de prever un revoco exterior DIN 18550 o similar.
Los muros de carga están sometidos a compresiones verticales transmitidas por los forjados, así como a acciones horizontales, por ejemplo, debidas al viento.

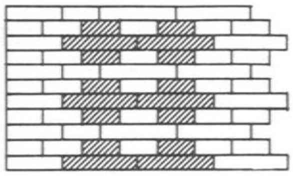
Número de plantas, incluido el desván habitable	2	≧3
En edificios con forjados que sólo transmiten cargas a los muros transversales, o forjados con suficiente reparto transversal de las cargas, según DIN 1045	11,5[1)]	17,5[1)]
Para todos los demás tipos de forjados	24	24
[1)] Máxima sobrecarga vertical, incluida la tabiquería	p = 2,75 KN/m²	

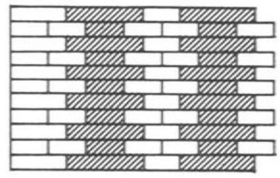
⑥ Espesor mínimo de la hoja interior de los muros de cerramiento de cm

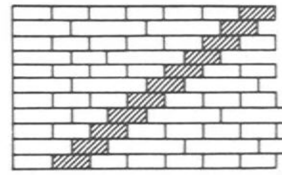
Espesor de las paredes portantes que deben arriostrarse en cm	Altura entre plantas en m	Muro de arriostramiento de la 1.ª a la 4.ª planta desde arriba Espesor en cm	de la 5.ª a la 6.ª planta desde arriba Espesor en cm	Separación en m
≧11,5 <17,5 ≧17,5 <24	≦3.25	≧11,5	≧17,5	≧4,50 ≧6,00
≧24 <30 ≧30	≧3,50 ≦5,00			≦8,00

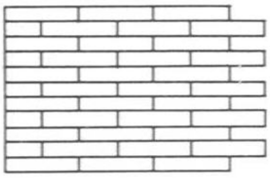
⑦ Espesor y separación entre los muros de arriostramiento

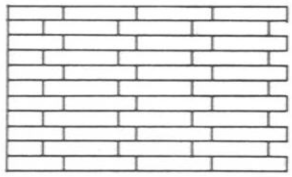

(1) Aparejo inglés normal

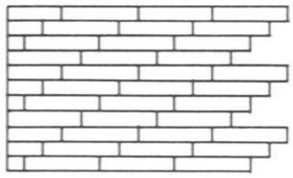

(2) Aparejo inglés en cruz o belga

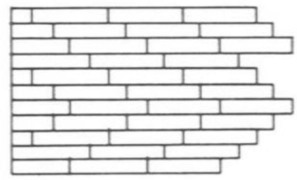

(3) Aparejo holandés, alternan hiladas de tizones con hiladas de tizones alternados con sogas

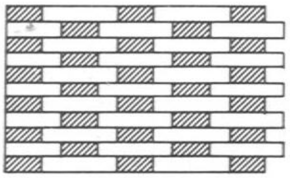

(4) Aparejo holandés doble, alternan hiladas de tizones con hiladas de tizones alternados con dos sogas

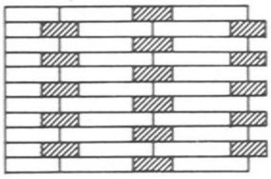

(5) Aparejo de sogas con 1/2 de solape

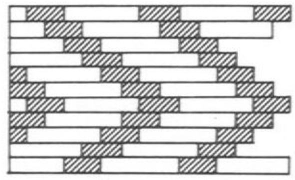

(6) Aparejo de sogas con 1/4 de solape

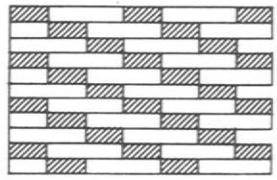

(7) Aparejo de sogas con 1/4 de solape desplazándose en altura

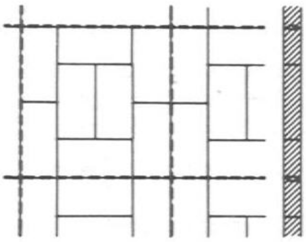

(8) Aparejo de sogas con 1/4 de solape desplazándose en altura a izquierda y derecha

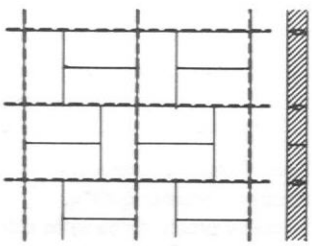

(9) Aparejo flamenco, alternan sogas y tizones en una misma hilada

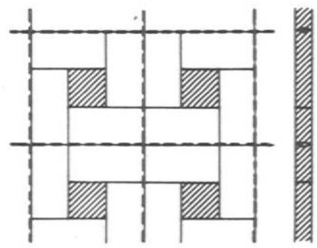

(10) Aparejo flamenco doble, alternan dos sogas y un tizón en una misma hilada

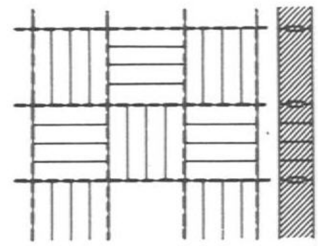

(11) Aparejo en el que alternan sogas y tizones en una misma hilada, desplazándose 1/4 a izquierda y derecha en altura

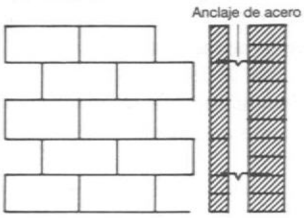

(12) Aparejo en el que alternan sogas y tizones en una misma hilada, desplazándose 1/2 en altura


(13) Tabique armado con 8 ladrillos por cuarterón

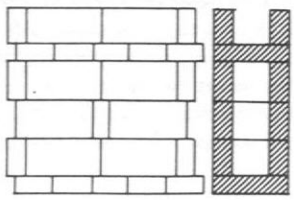

(14) Tabique armado con 3 ladrillos por cuarterón

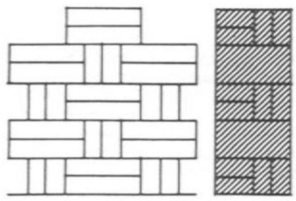

(15) Tabique armado con 4 $^1/_2$ ladrillos por cuarterón

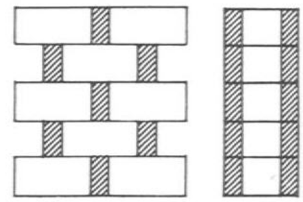

(16) Muro armado de media asta, con 4 ladrillos por cuarterón

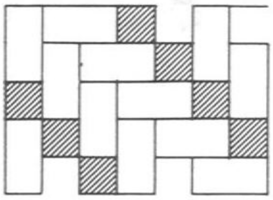


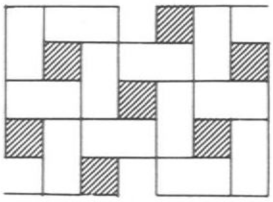
(17) Tabique de revestimiento formando cámara de aire y enlazado a la hoja interior mediante anclajes

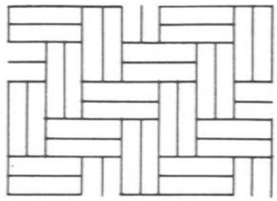

(18) Muro capuchino con llaves formadas con tizones (que interrumpen la cámara de aire). Espesor de las hojas 1/4 de pie

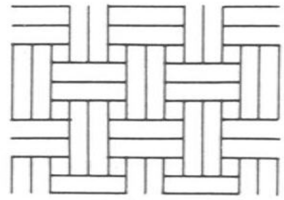

(19) Muro de efecto ornamental con huecos alternados

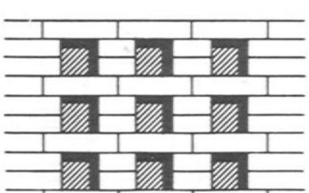

(20) Muro capuchino formado por dos tabiques de 1/4 de pie enlazados con ladrillos a sardinel

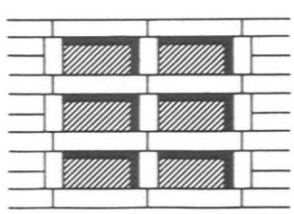

(21) Pavimento formado por ladrillos enteros y medios

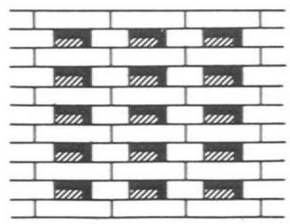

(22) Igual que (21) pero formando otro dibujo (existen muchas variaciones)

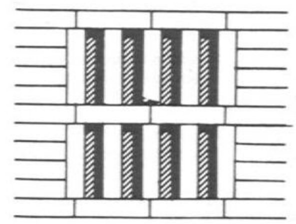

(23) Pavimento muy resistente de ladrillos a sardinel (aparejo en espina de pez, como el parqué)


(24) Igual que (23) con olambrillas (aparejo trenzado)


(25) Obra de fábrica calada para el paso de aire (mechinales de 1/2 × 1/2 ladrillo)

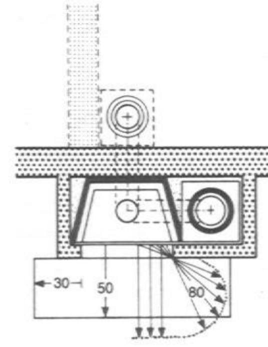

(26) Igual que (25) (mechinales de 1/2 × 3/4 de ladrillo)


(27) Igual que (25) (mechinales de 1/4 × 1/2 ladrillo)

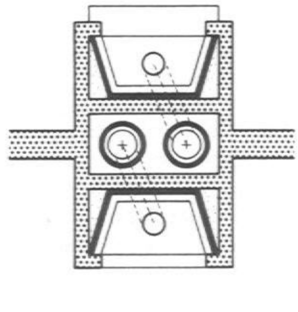

(28) Igual que (25) (mechinales 1 × 1/4 de ladrillo)

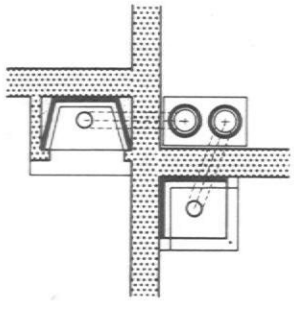
HOGARES ABIERTOS → 📖

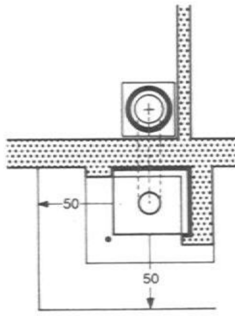
Cualquier hogar ha de estar conectado a una chimenea propia → ① – ④, cuya sección ha de guardar una determinada proporción con el tamaño del hogar → ⑧. La chimenea se ha de construir al lado del hogar → ① – ④. Altura eficaz de la chimena desde la salida de humos hasta la embocadura: ≧ 4,5 m. La conexión a la embocadura de la chimenea debe realizarse con un ángulo de 45° → ⑨ – ⑩. Es conveniente que en el zócalo del hogar haya aberturas de ventilación, en la cara anterior o en las laterales, → ⑦, ⑨ – ⑪. Emplear únicamente madera con poca resina o ramas de frutales, hayas, robles o abedules, según lo descrito en DVGW hoja G 260. No pueden construirse hogares abiertos en salas de superficie inferior a 12 m². Los hogares abiertos necesitan aspirar aire del exterior a través de las juntas de las ventanas y puertas, por lo que es preferible realizar canales que aporten aire hasta las proximidades del hogar → ⑦. Desde la boca del hogar se ha de guardar una separación hacia delante, hacia arriba y hacia los lados ≧ 80 cm hasta los elementos constructivos o muebles empotrados realizados con materiales combustibles → ⑥ – ⑦. Los hogares se han de ejecutar con materiales incombustibles de clase A 1 DIN 4102 1.ª parte. El suelo, paredes y el recogedor de cenizas han de ser de material refractario. También se emplea hormigón o hierro de fundición DIN 1691. La cámara de humos puede realizarse con plancha de acero de 2 mm de grosor, plancha de cobre o latón.



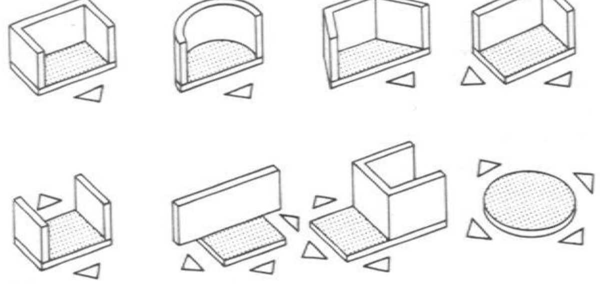
① Hogar abierto por una cara y zona de seguridad

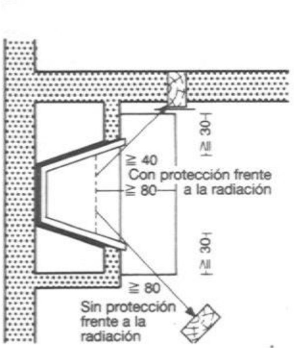

② Hogar abierto por una cara en salas separadas


③ Hogar abierto por una cara o dos en salas separadas

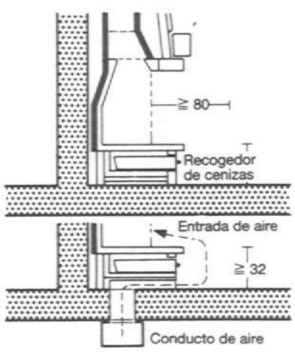


④ Hogar abierto por dos caras y zona de seguridad

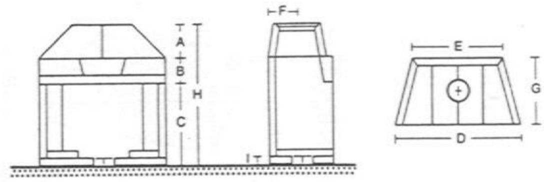

⑤ Forma de las superficies de radiación



⑥ Separación entre el hogar y los materiales combustibles

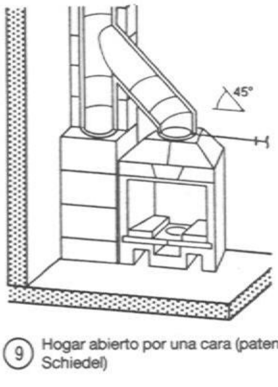


⑦ Protección de un pavimento combustible delante de la entrada de aire

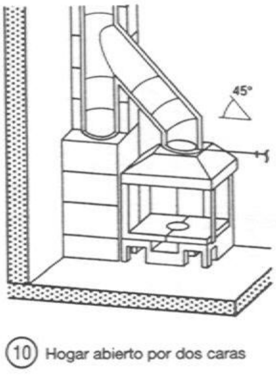


Tipo		Abierto por una cara					por dos caras			por tres caras		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Superficie aprox. de la sala (m²)		Espacios pequeños	16–22	22–30	30–35	33–40	25–35	35–45	más de 48	35–45	45–55	más de 55
Volumen aprox. de la sala (m³)		Espacios pequeños	40–60	60–90	90–105	105–120	60–105	105–150	más de 150	105–150	150–150	más de 200
Tamaño de la embocadura (cm²)		2750	3650	4550	5750	7100	5000	6900	9500	7200	9800	13500
Medidas nominales de embocadura (cm)		60/46	70/52	80/58	90/64	100/71						
∅ (cm) de la chimenea de tiro		20	22	25	30	30	25	30	35	25	30	35
Medidas correspondientes en cm	A	22,5	24	25,5	28	30	30	30	30	30	30	30
	B	13,5	15	15	21	21	–	–	–	–	–	–
	C	52	58	64	71	78	50	58	65	50	58	65
	D	72	84	94	105	115	77		108	77	90	114
	E	50	60	65	75	93	77	90	108	77	90	114
	F	19,5	19,5	22,5	26	26	27,5	30	32,5	27,5	30	32,5
	G	42	47	51	55	59	64	71	82	64	71	82
	H	88	97	104,5	120	129	80	88	95	80	88	95
	I	6	6	6	7	7	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	
Peso (kg)		165	80	310	385	470	225	300	405	190	255	360

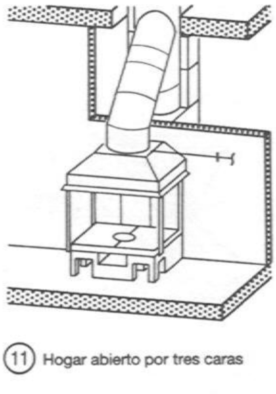
⑧ Medidas de los hogares abiertos

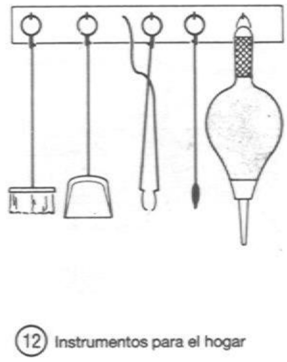


⑨ Hogar abierto por una cara (patente Schiedel)



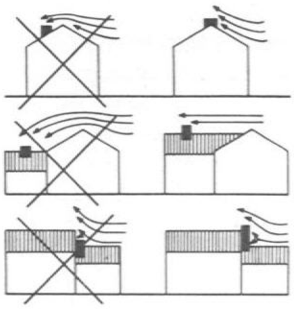
⑩ Hogar abierto por dos caras


⑪ Hogar abierto por tres caras

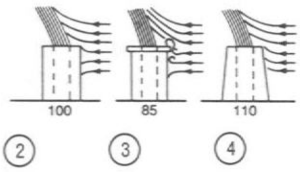

⑫ Instrumentos para el hogar

CHIMENEAS DE TIRO

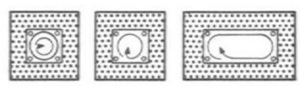
DIN 18150, 18160 → 📖



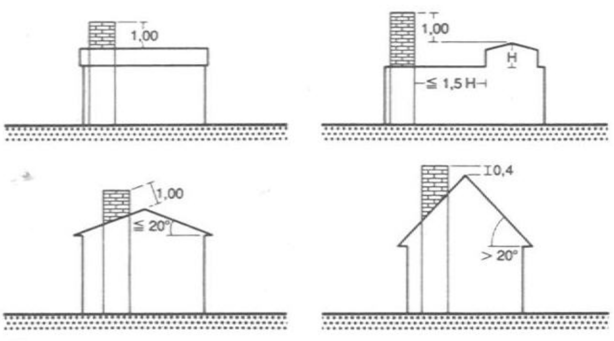
(1) Efecto del viento en el tiro de las chimeneas



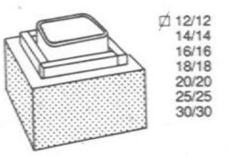
(2) (3) (4) Cifras comparativas del grado de eficacia



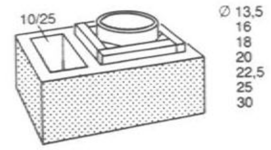
(5) Influencia de la sección y de la forma del extremo superior de la chimenea en el tiro



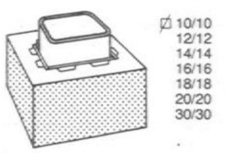
(6) Altura de la chimenea por encima de la cubierta



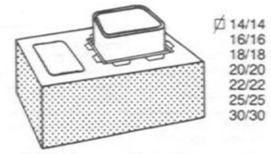
(7) Chimenea de piezas prefabricadas



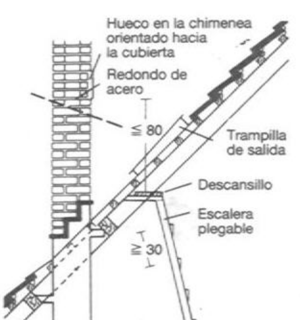
(8) Chimeneas de piezas prefabricadas con conducto de ventilación



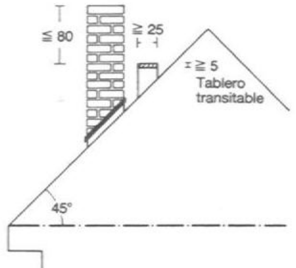
(9) Chimenea de piezas prefabricadas (ventilada por debajo)



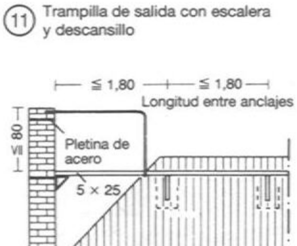
(10) Chimenea de piezas prefabricadas con conducto de ventilación (ventilada por debajo)



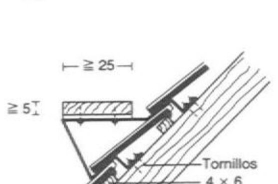
(11) Trampilla de salida con escalera y descansillo



(12) En cubiertas con pendiente mayor a 15° se necesita un tablero transitable



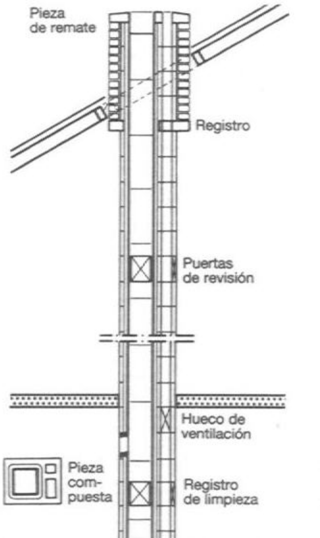
(13) Longitud y anclaje de los tableros transitables



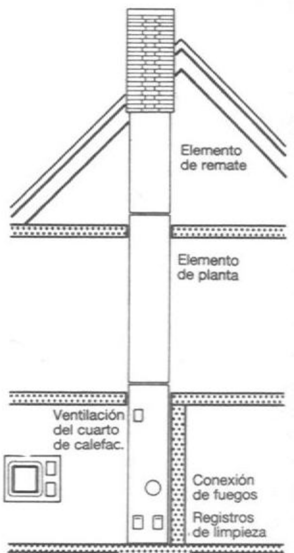
(14) Es preferible fijar el tablero transitable a las correas en lugar de a las viguetas

Las chimeneas domésticas son conductos situados en el interior de los edificios o adosados a ellos; sirven para expulsar los gases de combustión al exterior por encima de la cubierta. A una chimenea de tiro se han de conectar: los fuegos con un rendimiento calorífico nominal de más de 20 kW, los fuegos a gas con un rendimiento de más de 30 kW, todos los fuegos de los edificios de más de cinco plantas, todos los hogares abiertos, todos los fuegos de fragua, todos los fuegos abiertos y todos los fuegos con quemador y fuelle. A las chimeneas comunes se pueden conectar hasta tres fuegos para combustibles sólidos o líquidos de ≦ 20 kW o tres fuegos a gas de ≦ 30 kW. Las chimeneas de tiro han de tener una sección rectangular o circular. Sección ≧ 100 cm^2, lado menor 10 cm. Las de ladrillos ≧ 13,5 cm, el lado mayor no puede ser 1,5 veces mayor que el lado más corto. Altura mínima eficaz de una chimenea ≧ 4 m. Chimeneas comunes ≧ 5 m. Para combustibles gaseosos ≧ 4 m. Embocadura de las chimeneas ≧ 40 cm por encima de la cumbrera en cubiertas con una pendiente superior al 20 %. Cubiertas → (6) con pendiente inferior al 20 %: ≧ 1,0 m. Las chimeneas en tejados con construcciones situadas a menos de 1,5-3,0 veces su altura, han de sobresalir por encima de dichas construcciones ≧ 1,0 m. Las chimeneas en cubiertas con una barandilla que no es maciza en todo el perímetro, han de sobresalir por encima de ella 1,0 m. Toda chimenea ha de tener un registro de limpieza de al menos 10 cm de anchura y 18 cm de altura, situado al menos 20 cm por debajo del fuego inferior. Las chimeneas que no se pueden limpiar desde la embocadura, han de tener otro registro de limpieza en el desván o por encima de la cubierta. Para las chimeneas de una hoja se pueden emplear los siguientes materiales: bloques de hormigón ligero DIN 1850, ladrillos cerámicos DIN 105, bloques macizos de arenisca calcárea DIN 106, bloques macizos de escorias siderúrgicas DIN 398.

Chimeneas de dos hojas, con capa de aislamiento y hoja interior dilatable: para la hoja interior se pueden emplear bloques de hormigón ligero DIN 18147 o arcilla refractaria DIN 18147. Para la hoja exterior: bloques de hormigón ligero, ladrillos cerámicos, ladrillos perforados B DIN 105, ladrillos de arenisca calcárea DIN 106, ladrillos de escorias siderúrgicas DIN 398, bloques de hormigón celular DIN 4165. Para la capa aislante: aislantes DIN 18147. Aislar la superficie exterior de la chimenea en el desván con un espesor de 5 a 10 mm como mínimo. La pieza de remate de las chimeneas, realizada con plancha de cinc, cobre o pizarra, se puede sujetar con anclajes de acero (en ningún caso con elementos de madera). Se recomienda emplear remates prefabricados.



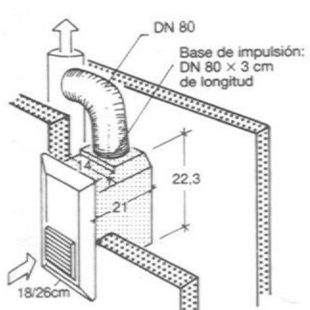
(15) Chimenea de piezas prefabricadas



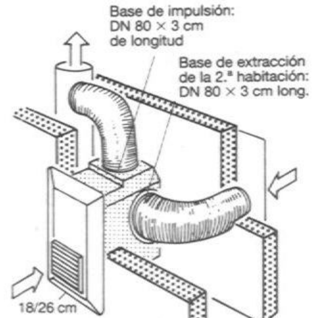
(16) Chimenea prefabricada

SISTEMAS DE VENTILACIÓN

DIN 18017 Hojas 1 a 3



① Extracción de aire de una habitación mediante un sistema de ventilación empotrado



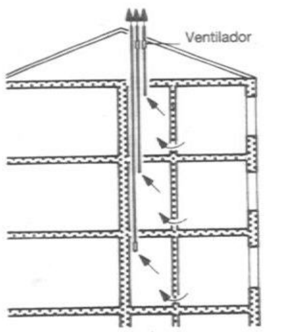
② Extracción de aire de dos habitaciones mediante un sistema de ventilación empotrado

Para la ventilación de los baños de viviendas, escuelas, hoteles, restaurantes, etc., mediante conductos con una o varias entradas → ① – ②. Las instalaciones de ventilación se han de dimensionar para que se renueve al menos 4 veces el aire del espacio a ventilar. Como flujo volumétrico es suficiente para baños, incluso con inodoro, 60 m^3/h y para inodoros 30 m^3/h por cada unidad. Todo espacio interior ha de tener una abertura de ventilación. El tamaño de la superficie de ventilación ha de ser de 10 cm^2 por cada m^3 de volumen. La falta de estanquidad de una puerta puede equipararse a 25 m^2. En los baños, la aportación de aire no puede hacer descender la temperatura por debajo de 22 °C.

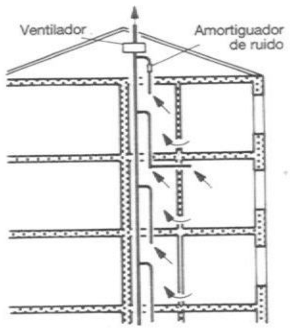
Velocidad del flujo de aire en las zonas de estancia ≧ 0,2 m/s. El aire de extracción se ha de conducir al exterior; los conductos de una sola entrada de aire también pueden expulsar el aire a desvanes no habitados con una buena ventilación permanente. En los sistemas de ventilación individuales, cada unidad de extracción tiene su propio conducto de ventilación → ③ + ⑤.

En los sistemas de ventilación centralizados, las diferentes unidades de extracción se conectan al mismo conducto de ventilación → ④ + ⑥. El rendimiento de los conductos de ventilación con impulsión térmica depende de la sección de conducto disponible por unidad de extracción → ⑨. Sistemas de conductos individuales sin tiro forzado para baños y WC sin ventanas en edificios de hasta 8 plantas: 150 cm^2 de sección de conducto por cada cuarto → ⑦.

Elementos de construcción



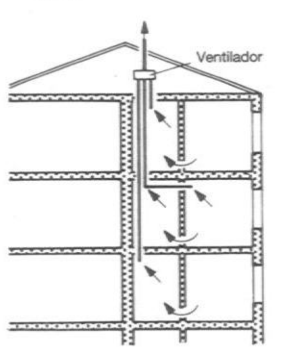
③ Sistema de ventilación centralizado con extracción por encima de la cubierta



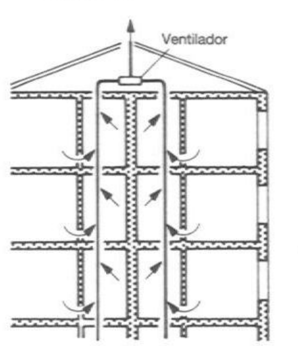
④ Sistema de ventilación centralizado con un conducto principal y varios secundarios

Sección nominal del colector principal en cm^2	N.º máximo de acometidas en conductos secund. dada una altura media eficaz de:			Medidas interiores	
	hasta 10 m	10-15 m	más de 15 m	Colector princ. cm	Conduc. secun. cm
340	5	6	7	20 × 17	9 × 17
400	6	7	8	20 × 20	12 × 20
500	8	9	10	25 × 20	12 × 20
340	5	6	7	20 × 17	2 × 9/17
400	6	7	8	20 × 20	2 × 12/20
500	8	9	10	25 × 20	2 × 12 × 20
340	5	6	7	2 × 20/17	9 × 17
400	6	7	8	2 × 20/20	12 × 20
500	8	9	10	2 × 25/20	12 × 20

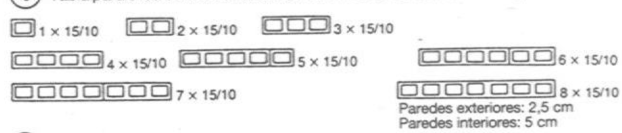
⑨ Tabla para el cálculo de conductos verticales de ventilación con impulsión térmica



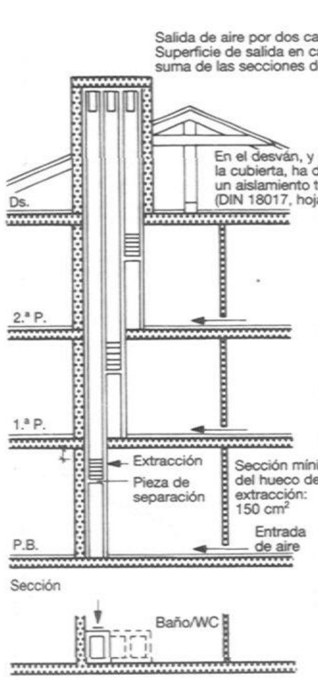
⑤ Sistema de ventilación centralizado con varios conductos principales separados



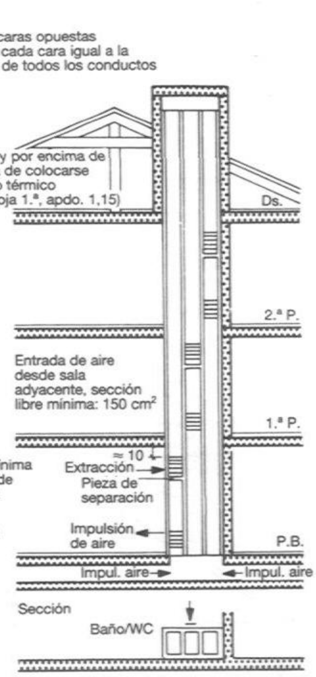
⑥ Sistema de ventilación centralizado con varios conductos principales y sin conductos secundarios



⑩ Conductos individuales de ventilación; grosor de las paredes: 2,5 cm



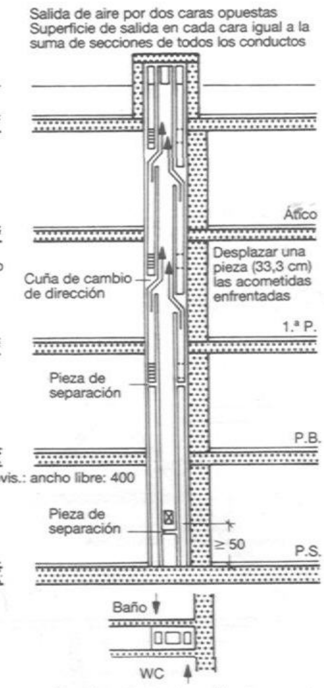
⑦ Sistema de ventilación mediante conductos separados para cada acometida, según DIN 18017 hoja 1.ª. Sistema de ventilación Hamburgo (ventilación berlinesa)



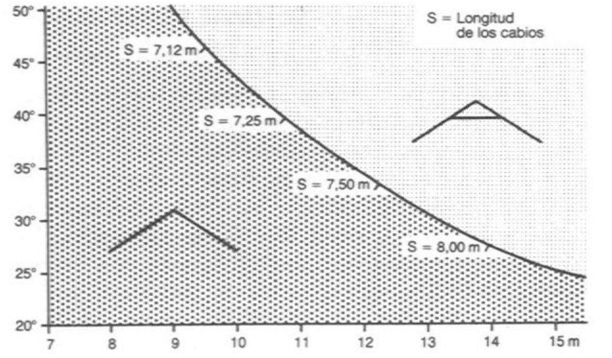
⑧ Sistema de ventilación Colonia (impulsión y extracción)



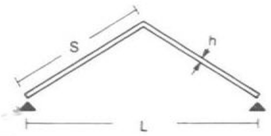
⑪ Instalación de ventilación con colector principal y un conducto secundario



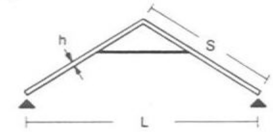
⑫ Ejemplo de ejecución de un colector principal y dos conductos secundarios



(1) Límite de rentabilidad de las cubiertas simples de cabios y las cubiertas con cabios atirantados



(2) Cubierta de cabios



(3) Cubierta de cabios atirantados

Pendiente de la cubierta en grados	Luz entre apoyos L en metros	Canto de los cabios h
30–60	10–20	$h \sim \frac{1}{30} \cdot S$
15–40	10–20	$h \sim \frac{1}{25} \cdot S$

ARMADURAS DE CUBIERTA


Las cubiertas realizadas sólo con cabios son las más económicas siempre y cuando la distancia a cubrir sea reducida.

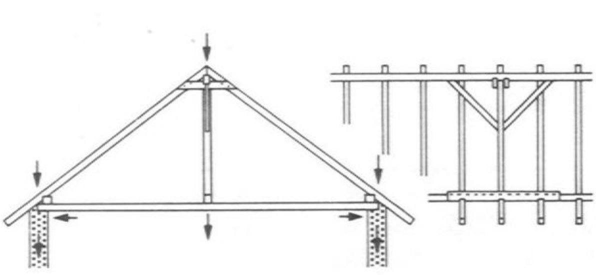

Las cubiertas con tirantes no son las más económicas si la pendiente es inferior a 45°, pero son la solución óptima para cubrir grandes luces sin apoyos intermedios.


Las cubiertas con un apoyo central siempre son más caras que las realizadas únicamente con cabios, por eso solo deben ejecutarse en casos excepcionales.

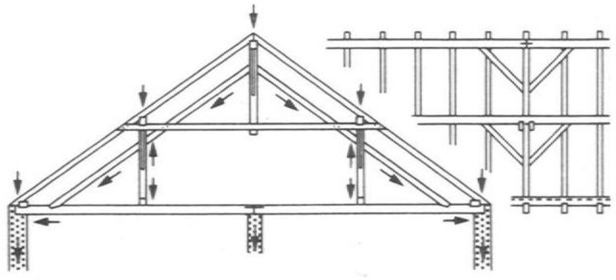

Las cubiertas con dos apoyos intermedios son las más económicas en la mayoría de los casos.


Las cubiertas con dos y tres apoyos intermedios sólo se emplean en edificios muy anchos.

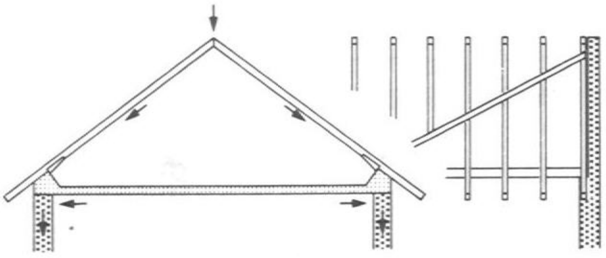
Las cubiertas forman el cerramiento superior de los edificios y lo protegen de la lluvia y de las inclemencias climáticas (viento, frío, calor). Se componen de una estructura portante y un recubrimiento.
La estructura portante depende del tipo de material empleado (madera, acero, hormigón armado), de la pendiente de la cubierta, del peso del recubrimiento y de las cargas que debe soportar. Éstas se han de calcular según las disposiciones fijadas en la normativa correspondiente (peso propio, sobrecarga de uso, viento y nieve).
La estructura de una cubierta inclinada puede realizarse únicamente con cabios o mediante correas y cabios. Se diferencian entre sí por la diferente función que desempeña cada uno de los elementos estructurales. La manera como se transmiten las cargas puede condicionar la distribución en planta.



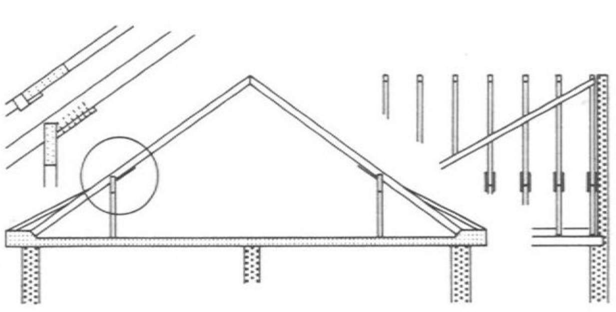
(4) Cubierta con correas y pendolón central



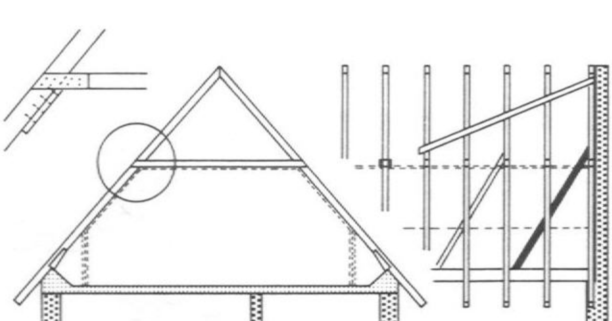
(5) Cubierta con correas y pendolón central apuntalado



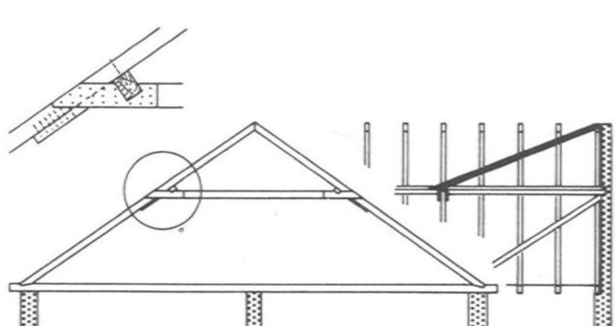
(6) Cubierta simple de cabios



(7) Cubierta de cabios con tirantillos verticales



(8) Cubierta de cabios atirantados y desván habitable



(9) Cubierta de cabios atirantados y correas

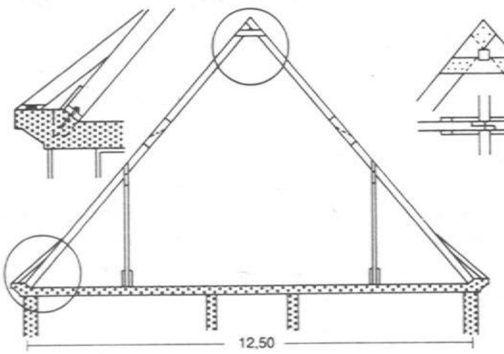
ARMADURAS DE MADERA

En las **cubiertas con correas** los cabios cumplen una función estructural secundaria (pueden tener una sección menor). Jácenas portantes, transmisión de cargas en los ejes de las vigas. Hilera de pilares en el interior; forma original de este tipo de cubierta → p. 72 ④; evolución posterior: armadura en la cumbrera. Las cubiertas a dos aguas con una estructura de correas han de tener como mínimo un pendolón central (longitud máxima de las correas ≦ 4,5 m). Si las correas tienen más de 4,5 m se han de colocar tornapuntas intermedios.

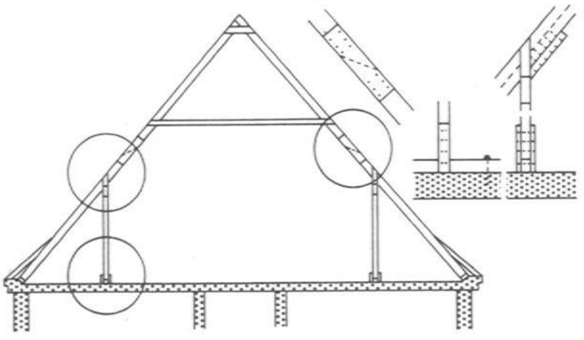
Las **cubiertas realizadas únicamente con cabios** (Principio del triángulo indeformable) se pueden realizar sólo si la distancia a cubrir es reducida (max. longitud de los cabios: 7,5 m). Si la luz es mayor se ha de reforzar el entramado con vigas tirantes → p. 72 ⑧. Éste es un sistema estructural de gran rigidez, con el que se consigue un espacio interior sin pilares intermedios. El anclaje entre el pie de los cabios y las vigas del techo ha de resistir las tracciones (imagen característica de las cubiertas sin correas: vuelo por encima de los extremos de las vigas del techo —inflexión de la cubierta). → p. 72 ⑦

En las grandes cubiertas no puede aplicarse este tipo de estructuras. Si la longitud de los cabios es mayor a 4,5 m, la armadura se ha de rigidizar con un tirante. → p. 72

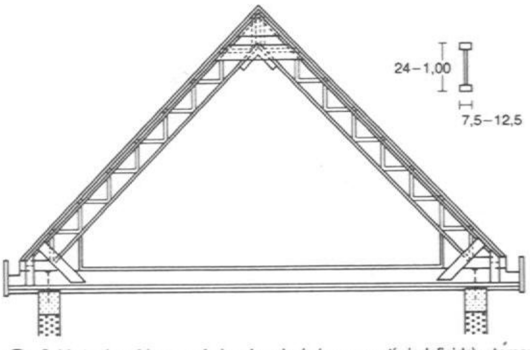
Las cubiertas realizadas sólo con cabios se pueden construir únicamente en edificios cuya anchura sea menor a 12,0 m. Los cabios pueden llegar a medir 7,5 m y los tirantes hasta 4 m. La armadura con tirante es una estructura tridimensional con una barra a tracción.



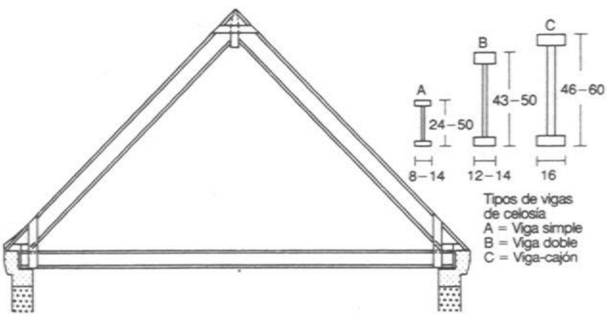
① Cubierta de cabios de doble apoyo y tirantillos verticales



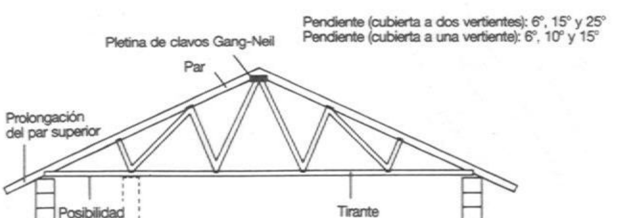
② Cubierta de cabios de doble apoyo y triple rigidización



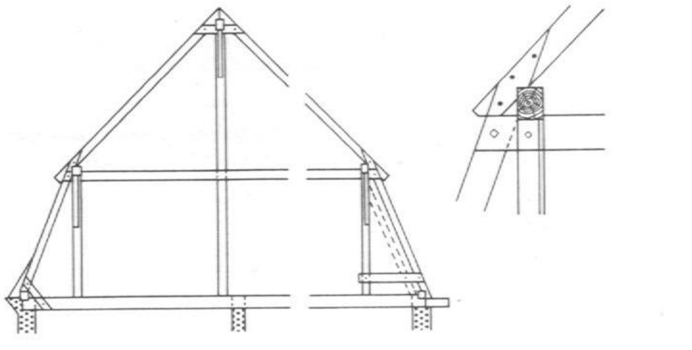
③ Cubierta de cabios encolados de celosía (con garantía indefinida) y tornapuntas a 45°; luz máxima ≦ 25 m



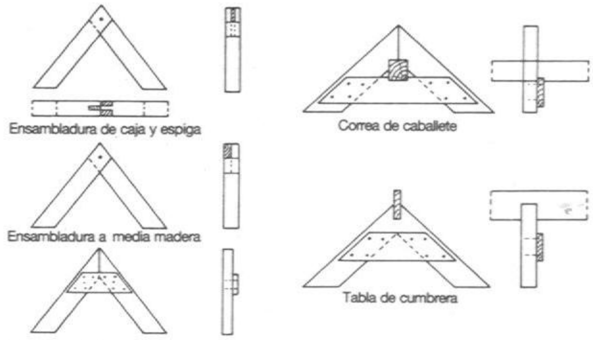
④ Cubierta de cabios con vigas de madera laminada; relación entre canto y luz: 1:15–1:20



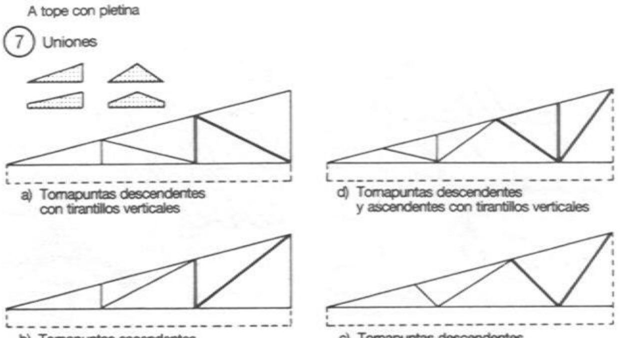
⑤ Cercha prefabricada tipo Gang-Neil, dimensionada según medidas octamétricas y realizable como cubierta plana, a una vertiente o a dos



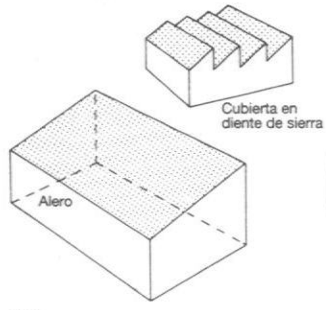
⑥ Cubierta con mansarda



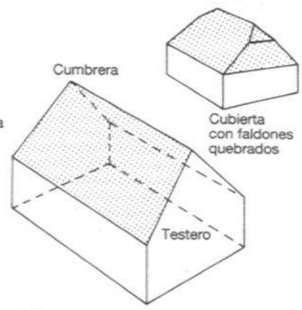
⑦ Uniones



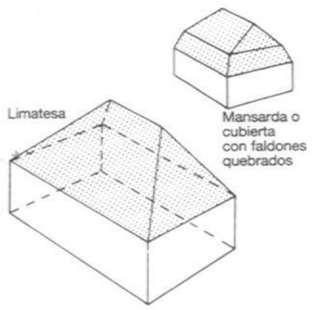
⑧ Diferentes tipos de cerchas y rigidizaciones



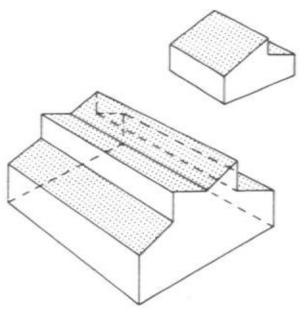
(1) Cubierta de una vertiente



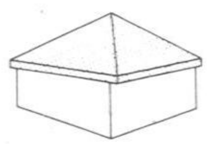
(2) Cubierta a dos aguas



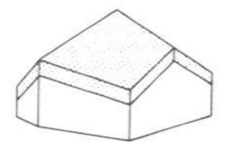
(3) Cubierta con faldones



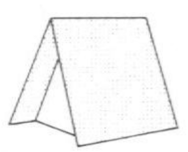
(4) Cubierta combinada



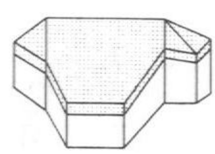
(5) Cubierta a cuatro aguas



(6) Cubierta a cuatro aguas de planta poligonal



(7) Edificio sólo con cubierta, sin fachadas

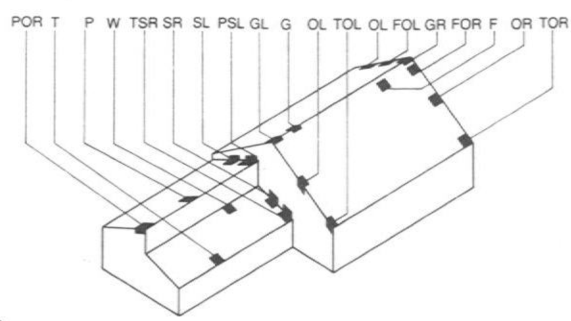


(8) Cubierta con mansarda de planta poligonal

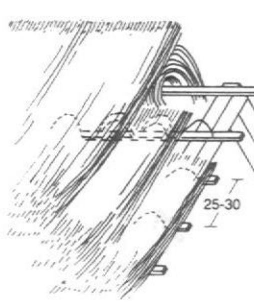
Cubiertas de cañas o paja de centeno trillado a mano, de 1,2 a 1,4 m de longitud, colocadas sobre listones cada 30 cm, con las puntas hacia arriba. Se construyen con un espesor de entre 18 y 20 cm. En las zonas soleadas duran hasta 60-70 años, en las zonas húmedas apenas la mitad → (10).
Cubiertas chilladas → (11) de madera de roble, alerce, abeto y excepcionalmente de pino. Chillas: sobre tablas ≧ 2,5 cm de espesor y ≧ 16 cm de anchura protegidas contra el polvo y el viento con cartón 200. Revestimiento = 8 cm, mejor 10 cm. El efecto más natural lo proporciona la «cubierta alemana» de pizarra → (12); el empizarrado con piezas rectangulares es más indicado para pizarra artificial (planchas de fibrocemento) → (13). Tejas: plana, con o sin encaje, y flameca → (14), (16), (17). Piezas prefabricadas de hormigón para cubiertas → (15). Con tejas de forma especial se pueden resolver todos los puntos singulares de una cubierta → (9).

Tejas especiales → (9)

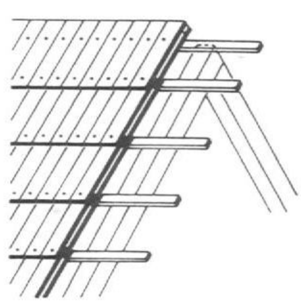
POR — Cubierta a una vertiente-testero, teja de remate derecho
T — Teja de alero
P — Teja de cubierta a una vertiente
W — Teja de encuentro con pared
TSR — Teja de encuentro del testero con la pared
SR — Teja de encuentro lateral derecho
SL — Teja de encuentro lateral izquierdo
PSL — Cubierta a una vertiente, teja de encuentro lateral izquierdo
GL — Teja de cumbrera extremo izquierdo
G — Teja de cumbrera y limatesa
OL — Teja de remate lateral izquierdo
TOL — Teja de alero de remate lateral izquierdo
FOL — Teja de encuentro cumbrera-testero izquierdo
GR — Teja de cumbrera y limatesa de extremo izquierdo
FOR — Teja de encuentro cumbrera-testero derecho
F — Teja de remate de la cumbrera
OR — Teja de remate derecho del testero
TOR — Teja de testero para remate lateral derecho
F — Teja tipo en el centro
GZ — Teja de vidrio



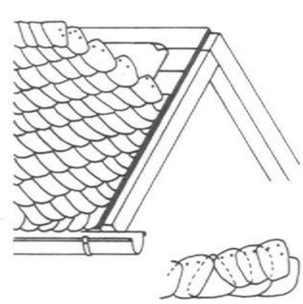
(9) Tejas de forma especial



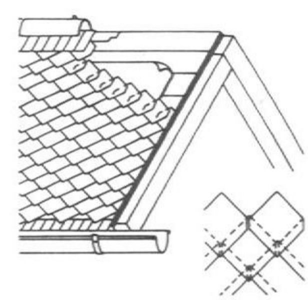
(10) Cubierta de paja o cañas, 0,70 kN/m²



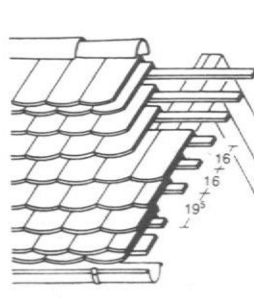
(11) Cubierta chillada, 0,25 kN/m²



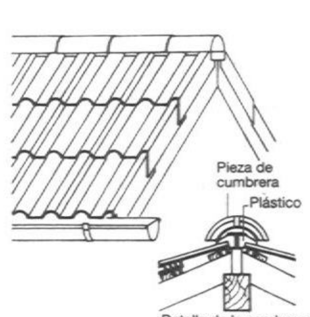
(12) Cubierta alemana de pizarra 0,45-0,50 kN/m²



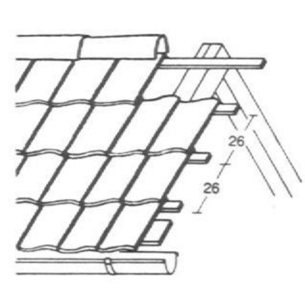
(13) Cubierta inglesa de pizarra (realizable también con planchas de fibrocemento) 0,45-0,55 kN/m²



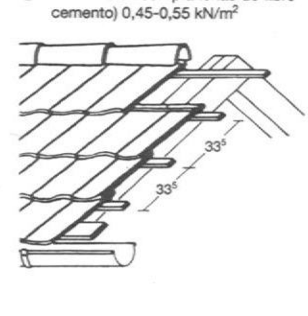
(14) Cubierta de tejas planas sin encajes, 0,60 kN/m²; 34/44 tejas/m²



(15) Cubierta de piezas prefabricadas de hormigón, 0,60/0,80 kN/m², pendiente ≧ 18°



(16) Cubierta de teja flamenca, 0,50 kN/m²



(17) Cubierta de teja plana con encajes, 0,55 kN/m²

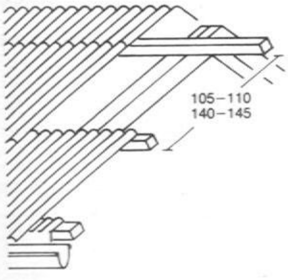
REVESTIMIENTOS DE CUBIERTA

Cubiertas de planchas onduladas de fibrocemento, con una separación entre correas de 70 a 145 cm para las planchas de 1,6 m de longitud y de 1,15 a 1,175 cm para planchas de 2,50 m de longitud. Solape entre 150 y 200 mm ① – ②.

Cubiertas de plancha de cinc, cinc de titanio, cobre, aluminio, acero galvanizado, etc. ⑤ – ⑦. Con todas las piezas especiales para cubrir la cumbrera, el alero y los canalones, formatos tipo → ⑨. De entre todos los metales, el cobre tiene el mayor alargamiento a rotura, por eso es apropiado para trabajos que requieran maleabilidad, ductibilidad y compresibilidad. La pátina típica del cobre es muy apreciada. Es preferible evitar el contacto con aluminio, cinc y acero cincado y nunca ha de estar en contacto con plomo y acero inoxidable. Las cubiertas de cobre son impermeables al vapor de agua, por ello son especialmente apropiadas para cubiertas frías → p. 77–79.

Pesos propios de los diferentes tipos de cubierta (valor de cálculo expresado en kN/m² de cubierta. Recubrimiento para 1 m² de superficie inclinada sin cabios, ni correas, ni tirantes). En las cubiertas de tejas los pesos no comprenden el porcentaje de mortero, pero sí las latas. En caso de colocar las tejas sobre mortero, añádase 0,1 kN/m² a los valores de la tabla.

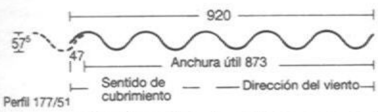
Cubierta de teja plana DIN 456 sin encajes y piezas de hormigón DIN 1116	0,60
Cubierta de teja plana doble sin encajes	0,80
Cubierta de teja plana con encajes DIN 456	0,60
Cubierta de teja flamenca con encajes DIN 456	0,55
Cubierta de teja plana de hormigón DIN 1117	0,55
Cubierta de teja árabe DIN 456	0,50
Teja flamenca DIN 1118	0,50
Tejas flamencas de gran formato (hasta 10 piezas/m²)	0,50
Teja árabe sin mortero	0,90
Cubierta de plancha de aluminio de 0,7 mm de espesor	0,25
Cubierta de plancha de cobre de 0,6 mm de espesor con doble solape	0,30
Cubierta de plancha cincada de 0,63 mm de espesor, incluida la base de cartón	0,30
Cubierta alemana de pizarra, incluida la base de cartón	
en planchas grandes (360 mm × 280 mm)	0,50
en planchas pequeñas (aprox. 200 mm × 150 mm)	0,45
Cubierta inglesa de pizarra, incluidas las latas	
sobre latas con doble solape	0,45
sobre cartón	0,55
Cubierta tradicional alemana de pizarra,	
sobre cartón	0,50
sobre revestimiento doble	0,60
Cubierta de planchas de acero cincado según DIN 59231	
sobre latas	0,15
sobre cartón	0,30
Cubierta de plancha ondulada de acero cincado según DIN 59231, incluidos los anclajes necesarios	0,25
Cubierta de plancha de cinc n.° 13	0,30



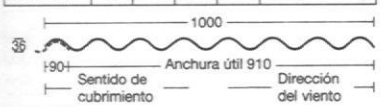
① Cubierta de planchas onduladas de fibrocemento con piezas especiales de cumbrera y canalón 0,20 kN/m²



② Pendientes mínimas de las cubiertas → ①

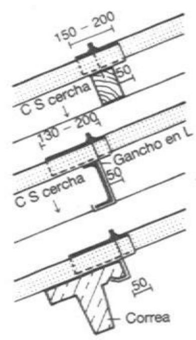


Longit. mm	2500	2000	1600	1250	Espesor 6,5
Anch. mm	920	920	920	920	Peso 16–32 kg

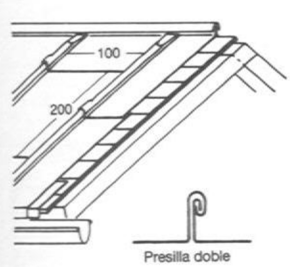


Longit. mm	2500	2000	1600	1250	Espesor 6,0
Anch. mm	1000	1000	1000	1000	P. 15,8–31,5 kg

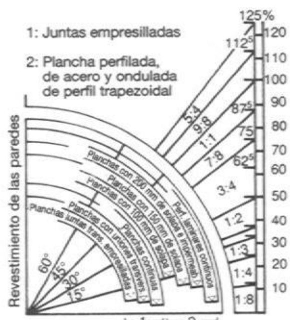
③ Planchas onduladas de fibrocemento



④ Posibilidades de anclaje



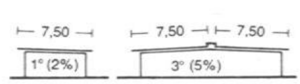
⑤ Cubierta de plancha metálica con juntas empresilladas 0,25 kN/m²



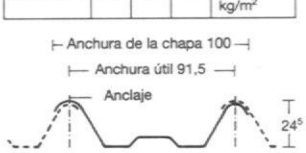
⑥ Pendientes mínimas de cubiertas de plancha de acero galvanizado



⑦ Cubierta de planchas metálicas 0,15 kN/m²

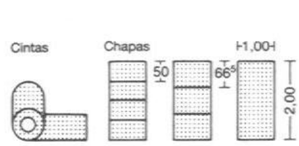


Longit. mm	9000	7500	4000	Espesor 8,0
Anch. mm	1000	1000	1000	Peso 19 kg/m²

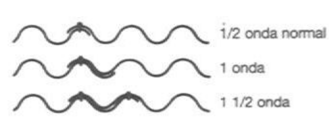


⑧ Chapa perfilada de grandes nervios (Canaleta)

Format. básicos	Cintas	Chapas
Longitud en m	30-40	2,0
Anch. máx. en m	0,6((0,66)	1,0
Espesor en mm	0,1-2,0	0,2-2,0
Peso kg/dm³	8,93	8,93



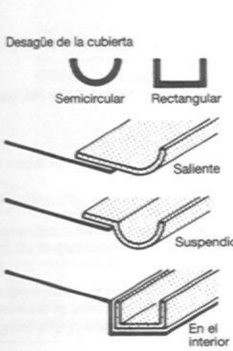
⑨ Formatos de suministro de la plancha de cobre



Altura cub. Alero/Cumb.	Altura ondas 18-25 mm	26-50 mm
hasta 6 m	10°(17,4%)	5°(8,7%)
6-10 m	13°(22,5%)	8°(13,9%)
10-15 m	15°(25,9%)	10°(17,4%)
más de 15 m	17°(29,2%)	12°(20,8%)

8-10°	200 mm con imperm. juntas.
10-15°	150 mm sin imperm. juntas.
más de 15°	100 mm sin imperm. juntas.

⑩ Pendiente mínima de las cubiertas de chapa ondulada y solape lateral



⑪ Forma y colocación del canalón

Plancha cinc DIN 9721 mín. 0,7 mm	(Zn)
Canalón de acero galvanizado	(St 2)
Plancha de acero DIN 1541 galvanizado	(St 2)
Canalón de acero galvanizado	(St 2)
Plancha de cobre semirrígida DIN 1787	(Cu)
Canalón de cobre	(Cu)
Plancha de aluminio DIN 1725	(Al)
Canalón de acero galvanizado	(St 2)

Descripción:
(Ejemplo: «Canalón semicircular suspendido 333 Zn 0,75 mm; con soportes para el canalón 333 St Zn)

⑫ Materiales

Superficie de cubierta a desaguar en m²	Canalón semicircular Ø en mm	Anch. corte de canalones rectangulares mm
hasta 25	70	200
entre 25-40	80	200 (10 partes)
entre 40-60	80	250 (8 partes)
entre 60-90	125	285 (7 partes)
entre 90-125	150	333 (6 partes)
entre 125-175	180	400 (5 partes)
entre 175-275	200	500 (4 partes)

Los canalones se han de solapar con los bajantes en los puntos de encuentro. Cuanto mayor sea la pendiente del canalón menos peligro hay de corrosión, atascos y congelación. Los canalones rectangulares suelen ser de acero galvanizado de 20 a 50 mm de anchura y de 4 a 6 mm de espesor.

⑬ Sección del canalón según la superficie a desaguar

Superficie de cubierta a desaguar en m²	Bajante semicircular Ø en mm	Anchura corte bajantes rectang. en mm
hasta 20	50	167 (12 partes)
entre 20-50	60	200 (10 partes)
entre 50-90	70	250 (8 partes)
entre 60-100	80	285 (7 partes)
entre 90-120	100	333 (6 partes)
entre 100-180	125	400 (5 partes)
entre 180-250	150	500 (4 partes)
entre 250-375	175	
entre 325-500	200	

Fijación mediante abrazaderas resistentes a la corrosión cuyo diámetro interior responda a la sección del bajante. Separación mínima entre el bajante y la pared: 20 mm. Separación entre abrazaderas: 2,0 m.

⑭ Dimensiones de los bajantes según la superficie a desaguar

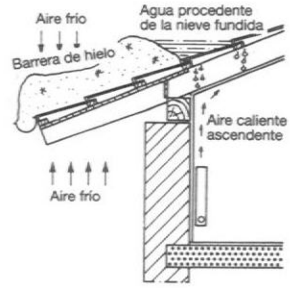
DESVANES HABITABLES

DIN 4108

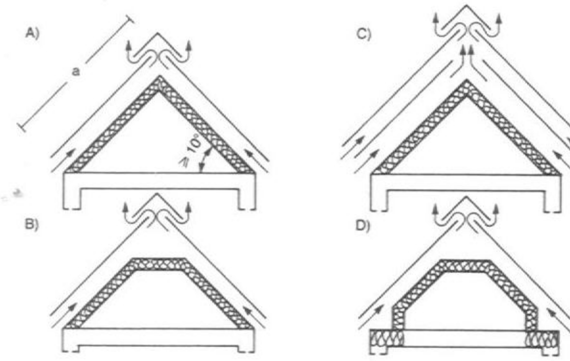
Los desvanes de las antiguas casas de campo servían de «granero» para guardar la cosecha (heno, paja, etc.) y estaban abiertos por debajo de los aleros, por lo que la temperatura en el interior era casi la misma que en el exterior → ①. La nieve cubría uniformemente toda la superficie de la cubierta mientras que los espacios habitados de la planta inferior quedaban protegidos del frío por el material almacenado. Si se calientan los desvanes, sin que la cubierta posea suficiente aislamiento térmico, la nieve se funde excepto encima de los aleros, donde se forman barreras de hielo → ②. Una solución para evitar esto es colocar un material de aislamiento térmico, dejando una cámara ventilada entre éste y la cubierta. En la cámara se han de abrir dos huecos, en paredes opuestas, de un tamaño mínimo equivalente al 2 % de la superficie total de la cubierta. Para que pueda salir la humedad se han de dejar unas ranuras de aprox. 2 cm/m → ⑥ — ⑪.



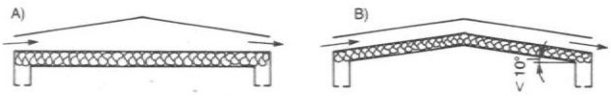
① Sección de una casa de montaña con granero



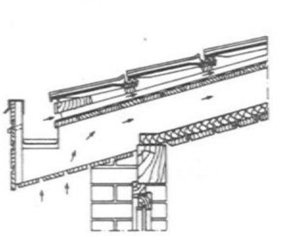
② Esquema de cómo se funde la nieve encima de las cubiertas



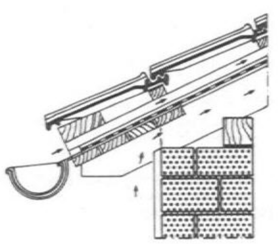
③ Ejemplos esquemáticos de cubiertas ventiladas, pendiente ≧ 10°



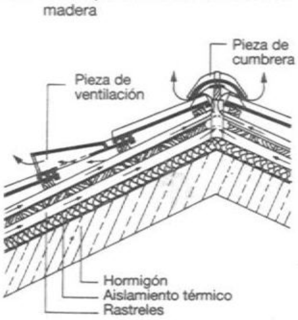
④ — ⑤ Ejemplos esquemáticos de cubiertas ventiladas, pendiente < 10°



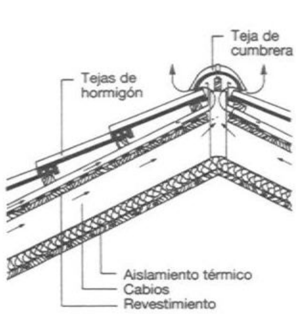
⑥ Ventilación de la cubierta a través de las juntas del revestimiento de madera



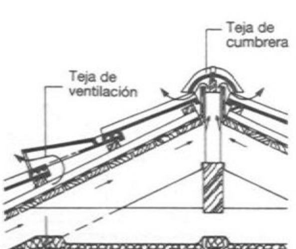
⑦ Formación en la cornisa de una cubierta fría de doble capa



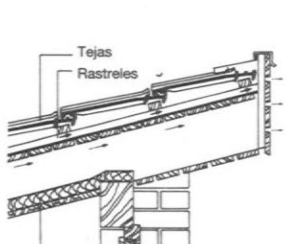
⑧ Cubierta de hormigón



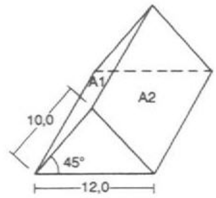
⑨ Cubierta con estructura de madera



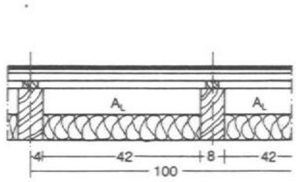
⑩ Cubierta con estructura de madera y falso techo suspendido



⑪ Cubierta fría de dos capas. Ventilación de ambas cámaras mediante ranuras en la tabla de cornisa



⑫ Tipo de cubierta: a dos aguas
Dimensiones:



⑬ Construcción de cubiertas: aislamiento entre los cabios. Se considera la superficie de ventilación entre la cara sup. del aislamiento y la cara inf. del revestimiento

Cálculo



Comprobación:

Alero

Condiciones:

≧ 2 ‰ de la correspondiente superficie de cubierta A1 o A2, al menos 200 cm²/m
Proceso de cálculo: A_V = área de ventilación

$$A_V \text{ Alero} \geqq \frac{2}{1000} \times 9{,}0 = 0{,}018 \text{ m}^2/\text{m}$$
$$= 180 \text{ cm}^2/\text{m}$$

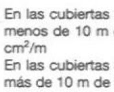
Pero como 180 cm²/m está por debajo del valor mínimo exigido (200 cm²/m), los huecos de ventilación tendrán que ejecutarse con un área de 200 cm²/m.
Cálculo:
A_V Alero ≧ 200 cm²/m
Aplicación:
Determinación de la altura del hueco corrido de la cámara a ventilar teniendo en cuenta los cabios de 8 cm de anchura.
Si A_V Alero = 200 cm²/m:

Altura:

$$\text{Hueco de ventilación } H_V = \frac{A_V}{100 - (8 + 8)}$$
$$H_V = \frac{200}{100 - 16}$$
$$H_V \geqq 2{,}4 \text{ cm}$$

En las cubiertas a dos aguas con cabios de menos de 10 m de longitud: A_V Alero ≧ 200 cm²/m
En las cubiertas a dos aguas con cabios de más de 10 m de longitud:

$$A_V \text{ Alero} \geqq \frac{2}{1000} \times A1 \text{ o } A2 \text{ cm}^2/\text{m}$$



Comprobación:
Cumbrera

Condiciones:
≧ 0,5 ‰ de la correspondiente superficie de cubierta A1 + A2
Proceso de cálculo: A_V = área de ventilación

$$A_V \text{ Cumbrera} = \frac{0{,}5}{1000} \times (9{,}0 + 9{,}0) =$$
$$= 0{,}009 \text{ m}^2/\text{m}$$
$$= 90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo:
A_V Cumbrera = 90 cm²/m
Aplicación:
Piezas de cumbrera con hueco de ventilación y/o piezas especiales de ventilación según las indicaciones del fabricante

Cálculo



Comprobación:

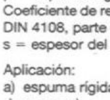
Superficie restante de la cubierta

Condiciones:

Área de ventilación mínima A_V: 200 cm²
Altura libre mínima: 2 cm
Proceso de cálculo:
Altura de la cámara de ventilación: =

$$\frac{A_V}{100 - (8 + 8)} =$$
$$\frac{200}{100 - 16} =$$
$$= 2{,}4 \text{ cm}$$

En el cálculo se ha de considerar el paso existente hasta la cara inferior del revestimiento, es decir, que si el paso libre es de 2 cm, la altura desde el canto superior del aislamiento hasta la cara superior de las correas ha de ser al menos de 4,4 cm.



Comprobación:

Difusión equivalente
Espesor de la cámara de aire

Condiciones:
a = longitud de los cabios
s_d = difusión equivalente del espesor de la cámara de aire
a ≦ 10 m: s_d ≧ 2 m
a ≦ 15 m: s_d ≧ 5 m
a > 15 m: s_d ≧ 10 m
siendo $s_d = \mu \cdot s$ (m)
μ = vapor de agua
Coeficiente de resistencia a la difusión (véase DIN 4108, parte 4.ª)
s = espesor del material (m)

Aplicación:
a) espuma rígida de poliuretano (PUR) (8 cm de espesor)
s = 8 cm = 0,08 m
μ = 30/100 (véase tabla 1, DIN 4108, parte 4.ª, p. 7)
$s_d = 30 \times 0{,}08 = 2{,}4 - s_d$
s_d exigido = 2 m
b) Planchas de lana de vidrio con lámina de aluminio
s = 8 cm
s_d = 100 m > s_d exigido = 2 m
Empleando un aislamiento adecuado la condición s_d = 2 m se puede satisfacer sin problemas.

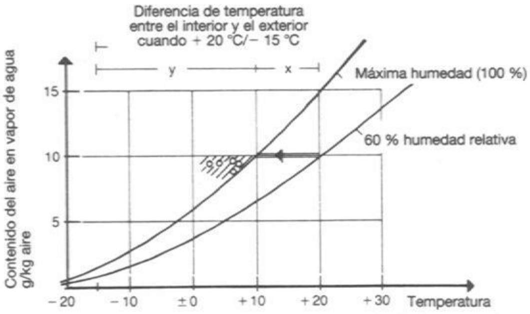
El espesor equivalente de la cámara ventilada s_d del correspondiente sistema de aislamiento, es preferible preguntarlo directamente al fabricante.

⑭ Ejemplo:
Cálculo de las superficies de ventilación de una cubierta a dos aguas DIN 4108

Pendiente de las cubiertas

Cubierta transitable	2°-4° normalmente 3°-4°
Cubierta de cemento Hausler	2,5°-4° normalmente 3°-4°
Cubierta de cartón, con grava	3°-30° normalmente 4°-10°
Cubierta de dos capas de cartón	4°-50° normalmente 6°-12°
Cubierta de chapa de cinc con juntas empresilladas	3°-90° normalmente 5°-30°
Cubierta sencilla de cartón	8°-15° normalmente 10°-12°
Cubierta de chapa lisa	12°-18° normalmente 15°
Cubierta de tejas (con 4 encajes)	18°-50° normalmente 22°-45°
Cubierta de chillas	18°-21° normalmente 19°-20°
Cubierta de tejas planas normales	20°-33° normalmente 22°
Cubierta de plancha ondulada de cinc o aluminio	18°-35° normalmente 25°
Cubierta de placas onduladas de fibrocemento	5°-90° normalmente 30°
Cubierta de placas de pizarra artificial	20°-90° normalmente 25°-45°
Cubierta de pizarra, doble	25°-90° normalmente 30°-50°
Cubierta de pizarra convencional	30°-90° normalmente 45°
Cubierta de vidrio	30°-45° normalmente 33°
Cubierta doble de tejas	30°-60° normalmente 45°
Cubierta de corona de tejas	35°-60° normalmente 45°
Cubierta de teja árabe	40°-60° normalmente 45°
Cubierta de escamas de madera	45°-50° normalmente 45°
Cubierta de paja o cañas	45°-80° normalmente 60°-70°

① Pendiente de las cubiertas → p. 75

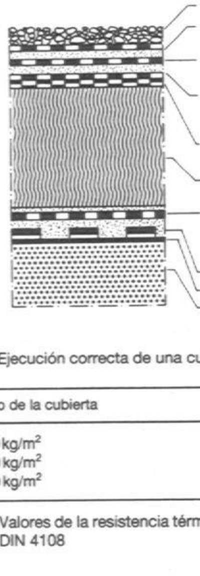


② 1. El vapor de agua que contiene el aire se condensa al bajar la temperatura por debajo del punto de rocío. La diferencia entre la temperatura existente en el interior y el punto de rocío —dependiente del contenido en vapor de agua del aire—, puede darse como porcentaje «x» del gradiente de temperatura entre el interior y el exterior ③.
2. La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior se reparte entre las diferentes capas del cerramiento, en función de su resistencia térmica.
3. Si el aislamiento térmico de las capas situadas más al interior de la barrera contra el vapor está por debajo del porcentaje «x», la temperatura de la barrera contra el vapor se mantendrá por encima del punto de rocío, y por lo tanto no habrá condensaciones.

	Espacios habitados 20 °C, 60 % humedad rel.			Piscinas cubiertas 30 °C, 70 % humedad rel.		
Temperatura exterior (%)	−12	−15	−18	−12	−15	−18
	25	23	21	15	14	13

③ Máximo porcentaje, «x» del aislamiento térmico total, que pueden tener las capas de un cerramiento situadas más al interior de la barrera contra el vapor, para evitar la condensación de agua en el interior del mismo.

Ejemplo
Condiciones en el interior: 20 °C/60 % de humedad relativa (valores aconsejados en DIN 4108)
Temperatura exterior − 15°, x = 23 %
Forjado de hormigón de 20 cm¹/Λ = 0,095 m² K/W
Capa de aire en contacto con la cara inferior de la cubierta 1/α = 0,120 m² K/W
Capas hasta la barrera contra el vapor = 0,215 m² K/W
0,215 ≙ 23 %; 100 % = 0,94 m² K/W
Con un aislamiento exterior de ≧ 0,94 - 0,215 ≧ 0,725 ≧ 3 cm de Styropor, no aparecen condensaciones en la cámara contra el vapor.



④ Ejecución correcta de una cubierta convencional

Peso de la cubierta	Resistencia térmica necesaria 1/Λ
100 kg/m²	0,80 m²·K/W
50 kg/m²	1,10 m²·K/W
20 kg/m²	1,40 m²·K/W

⑤ Valores de la resistencia térmica 1/Λ que han de tener las cubiertas planas, según DIN 4108

Cubierta fría → p. 79. Tipo constructivo con la piel exterior ventilada por detrás; dudoso cuando la pendiente es inferior al 10 % debido a la ventilación excesiva, por ello, en la actualidad sólo se realiza con barrera de vapor, según DIN 4108 T3.

Cubierta convencional → ④. Tipo constructivo con barrera de vapor. Orden de las diferentes capas de abajo a arriba: forjado-barrera de vapor-aislamiento-impermeabilización-capa de protección.

Cubierta invertida → p. 79. Orden de las diferentes capas de abajo a arriba: forjado-impermeabilización-aislamiento resistente al agua-capa de protección.

Cubierta con impermeabilización de hormigón → p. 79. Orden de las capas de abajo a arriba: aislamiento-losa de hormigón (forjado e impermeabilización). Este método es arriesgado porque la losa de hormigón, para poder absorber las dilataciones térmicas, sólo puede estar apoyada sobre los elementos verticales de la estructura → p. 78 ⑤ – ⑧ y no puede estar en contacto con las paredes de división interior (enganchar una tira de Styropor a la losa). Para que funcione ha de tener una pendiente de al menos 1,5 %, aunque es mejor que sea de aprox. 3 % (en caso contrario se estanca el agua).

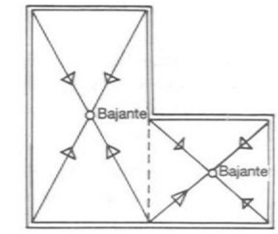
Barrera contra el vapor, a ser posible ha de estar formada por una lámina de aluminio de 0,2 mm de espesor, apoyada sobre una lámina perforada de lana de vidrio (dar antes una imprimación bituminosa para asegurar la adherencia); situar la barrera lo más abajo posible para evitar la condensación de agua → ②, ③; por debajo se puede colocar una capa de nivelación (DIN 18338, 3.10.2).

Aislamiento a ser posible de materiales imputrescibles (espumas); cálculo por la tabla → ⑤, juntas empresilladas o con doble solape.

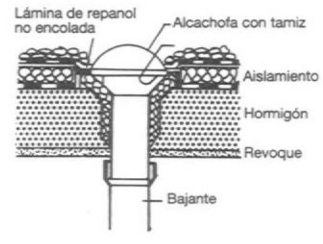
Revestimiento de la cubierta sobre una capa de nivelación que protege la barrera contra el vapor (cartón nervado o material ondulado de aislamiento para evitar la formación de burbujas) y está formado por dos capas de fibra de vidrio y una lámina bituminosa (grueso, d ≧ 5 mm) entre ambas. La impermeabilización de la cubierta mediante una sola lámina está permitida, pero debido a su poco espesor (con facilidad puede sufrir daños mecánicos) y a la posibilidad de errores en la realización de las juntas es bastante arriesgada. (¡Dos capas de impermeabilización proporcionan una seguridad mucho más elevada!)

Capa de protección formada a ser posible por 5 cm de grava (de 15 a 30 mm de diámetro) sobre una doble imprimación en caliente y una lámina de separación; evita la formación de burbujas, los choques térmicos, las tensiones mecánicas y los daños causados por los rayos ultravioleta. Colocando una lámina de caucho de 8 mm de espesor antes de verter la grava y soldando las juntas de la capa de impermeabilización con mucho cuidado (especialmente en las cubiertas ajardinadas), se consigue mayor seguridad.

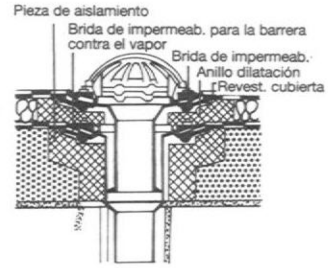
Detalles más importantes
Los sumideros → p. 78 ① – ④ siempre han de tener aislamiento térmico, estar formados por dos piezas y enlazados con la barrera contra el vapor. Se ha de impermeabilizar la unión con el bajante. Los sumideros con aislamiento térmico y barrera contra el vapor → p. 78 ④ impiden los daños por condensación; las pendientes hacia el sumidero tienen que ser al menos del 3 %.
Los «orificios de ventilación», para equilibrar la presión de vapor en las juntas de deslizamiento del forjado de la cubierta, son innecesarios. Las juntas de deslizamiento en el perímetro de la cubierta se han de ejecutar adecuadamente → p. 78 ⑤ – ⑧. La junta perimetral ha de ser móvil y ha de estar realizada con perfiles prefabricados de aluminio y hormigón → p. 78 ⑤ – ⑧. Las uniones con cinc deben evitarse, pues desgarran el revestimiento.
En el encuentro con las paredes, la lámina de impermeabilización debe levantarse, como mínimo 15 cm, por encima del nivel de desagüe; no basta con pegarlo, se ha de fijar también mecánicamente (prescripción obligatoria DIN 18195).
Si se utilizan chapas de perfil trapezoidal para ejecutar el forjado de la cubierta existe el peligro de que la piel exterior de la cubierta se rompa cuando se produzcan vibraciones; hay que tomar medidas para elevar la rigidez y disminuir las vibraciones al verter la grava, por ejemplo, empleando una chapa de mayor grosor o colocándola sobre una capa de 15 mm de planchas aligeradas de madera aglomerada (fijadas mecánicamente).
La barrera contra el vapor debería soldarse siempre sobre una chapa metálica, debido a la transmisión de calor.



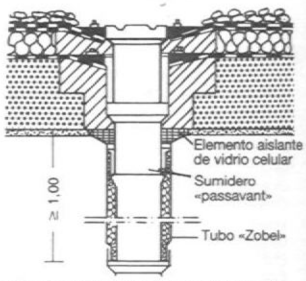
(1) Desagüe de la cubierta, 2 sumideros como mínimo. Pendiente 3 %



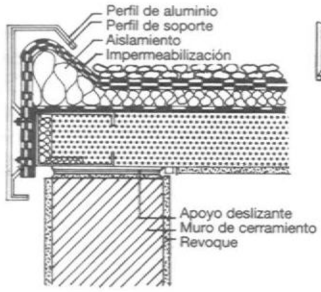
(2) Sumidero de cubierta plana de poliéster reforzado con fibra de vidrio y aislamiento incorporado; preferiblemente de dos piezas → (3)



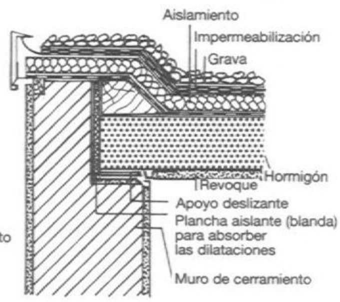
(3) Sumidero de dos piezas con bridas de impermeabilización y aislamiento de espuma; la inferior puede hormigonarse con mortero M 1:10



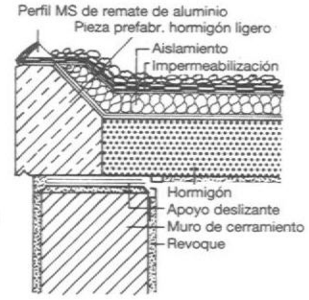
(4) Con bajante incorporado (Tubo Zobel)



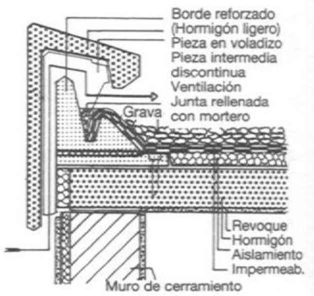
(5) Remate perimetral de la cubierta sobre un apoyo deslizante abierto



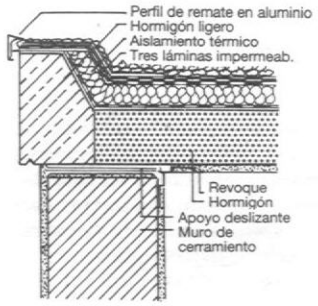
(6) Remate perimetral de cubierta plana sobre apoyo deslizante cerrado (cinta de deslizamiento)



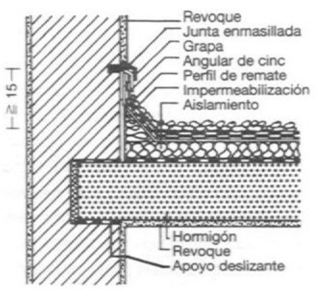
(7) Remate invisible de cubierta plana (perfil MS)



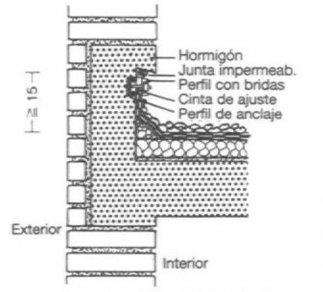
(8) Perfil perimetral de remate en hormigón (sistema Kanis)



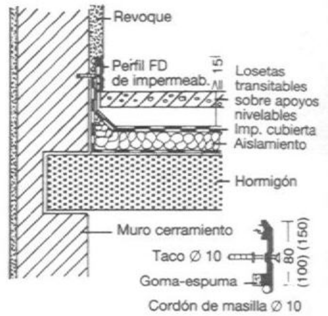
(9) Capa de protección formada por dos capas de grava



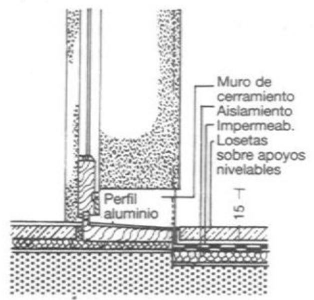
(10) Encuentro con muro de cerramiento mediante angular de cinc y perfil de remate



(11) Encuentro con muro de cerramiento mediante perfiles con bridas



(12) Encuentro con muro de cerramiento mediante perfiles FD de impermeabilización (cubierta transitable)



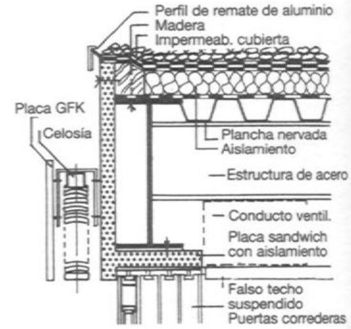
(13) Encuentro con muro de cerramiento en el ámbito de una balconera



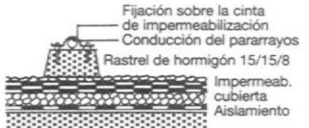
(14) Encuentro con muro de cerramiento; es preferible que el travesaño de la puerta esté a la misma altura que el zócalo de protección



(15) Claraboya con cámara ventilada → p. 159



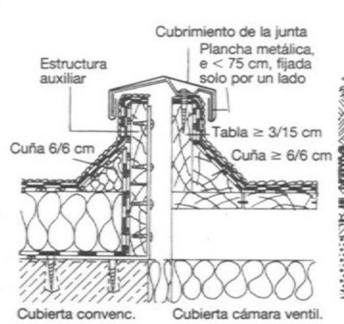
(16) Remate perimetral de la cubierta de una piscina mediante paneles sandwich



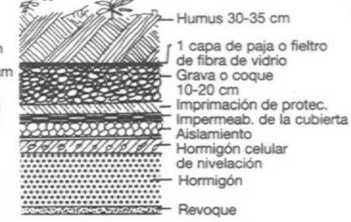
(17) Paso de la instalación del pararrayos sobre rastreles de hormigón, sin atravesar el revest. de la cubierta



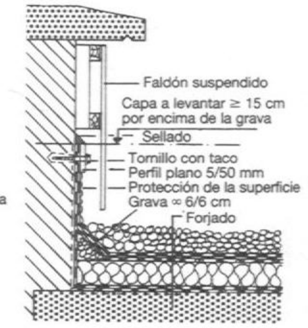
(18) Junta de dilatación elevada con protección adicional



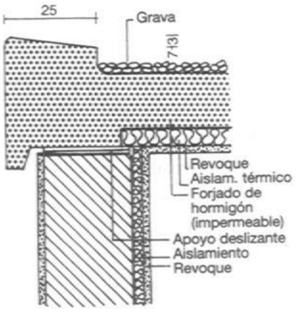
(19) Junta de dilatación con estructura auxiliar y cubrimiento



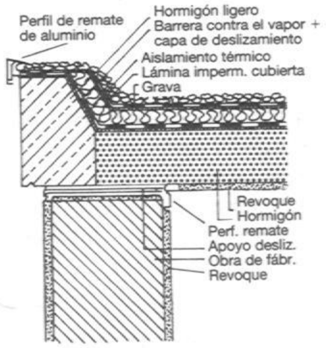
(20) Cubierta convencional ajardinada; es preferible colocar planchas de espuma en lugar de dar una imprimación de protección



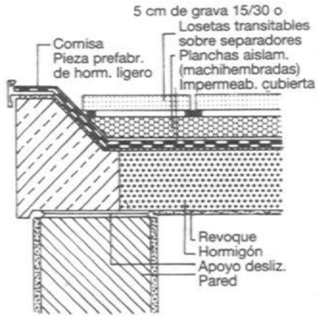
(21) Encuentro con chimenea con faldón suspendido



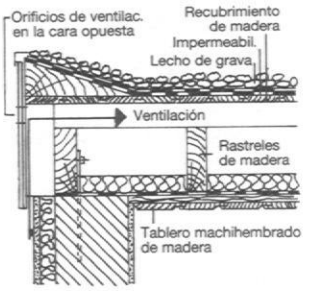
① Cubierta de hormigón impermeable (Cubierta Woermann)



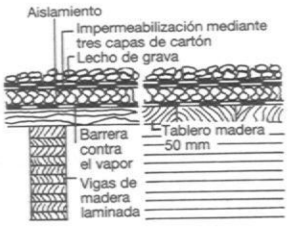
② Cubierta plana con lámina de impermeabilización



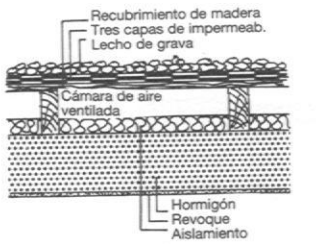
③ Cubierta plana invertida



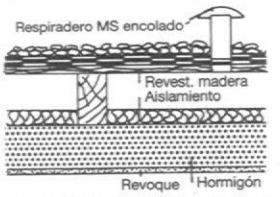
④ Cubierta fría sobre estructura de madera



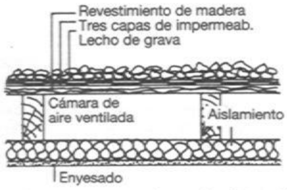
⑤ Cubierta caliente sobre vigas de madera laminada y revestida por su lado inferior con tablero machihembrado de madera



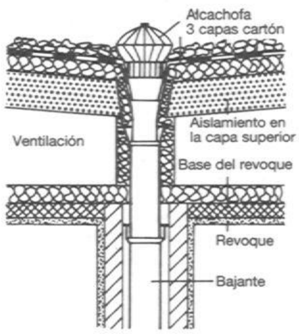
⑥ Cubierta con cámara de aire ventilada sobre una estructura pesada



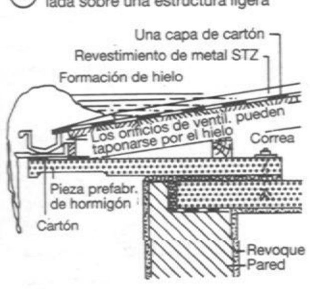
⑦ Respiraderos adicionales, en cubiertas de gran superficie con cámara ventilada, en las entregas con volúmenes más elevados



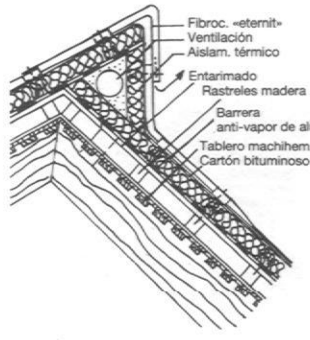
⑧ Cubierta con cámara de aire ventilada sobre una estructura ligera



⑨ Cubierta con cámara de aire ventilada. Aislamiento de los conductos verticales



⑩ Cornisa de piezas prefabricadas. Si la cubierta vuela excesivamente por encima de la cámara pueden congelarse los orificios de ventilación



⑪ Ventilación de la cumbrera de una cubierta inclinada con cámara de aire (piscina cubierta)

Revestimiento de terrazas: → p. 78 ⑭ (Losetas sobre lecho de grava o soportes nivelables. Ventaja: la superficie de desagüe se encuentra por debajo; no hay peligro de que llegue a congelarse.)
Cubiertas ajardinadas con drenaje a base de planchas porosas, lecho de grava o coque y lana de vidrio → p. 78 ⑳.

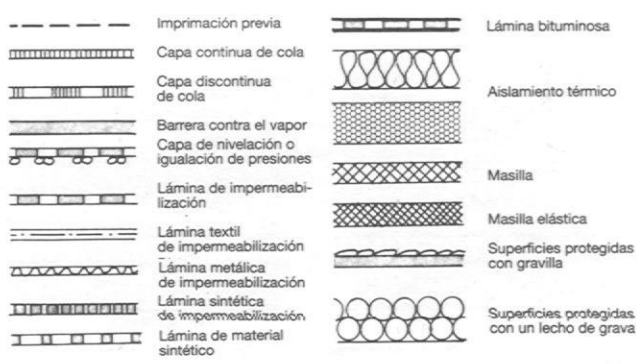
Cubiertas sobre piscinas, etc.: las cubiertas suspendidas se han de ventilar por detrás o bien calentar la cámara. En este caso se ha de emplear la tabla ③ en lugar de la tabla ② de la p. 77. ¡Generalmente el porcentaje máximo de todas las capas, hasta la barrera contra el vapor, es el 13,5 % de la resistencia térmica total 1/k!

Sobre madera → ⑤: solución sencilla y económica. Es importante que el aislamiento térmico, colocado encima de la barrera contra el vapor, sea más grueso que en las cubiertas compactas, no sólo debido al menor peso de las superficies, sino porque en caso contrario el porcentaje de aislamiento de las capas situadas por debajo de la barrera de vapor (espesor de la madera + cámara de aire) es demasiado elevado.

Cubierta invertida → ②: solución no convencional con materiales de eficacia comprobada (hasta ahora sólo con diversos productos de espuma de poliestireno). En algunas regiones no basta con el lecho de grava para conseguir el peso necesario de la cubierta; es preferible colocar losetas. Ventaja: impermeabilidad inmediata, es fácil detectar los errores y no hay límites de aplicabilidad. Aislamiento más grueso que en las cubiertas convencionales, del 10 % al 20 %.

Cubierta de hormigón → ①: debido a la «situación errónea» del aislamiento existe riesgo de condensaciones, sobre todo en invierno; inadecuado para locales húmedos.
¡El peligro consiste en que su eficacia depende del cuidado con el que se ejecuten las juntas!

Cubierta con cámara ventilada → ⑥ – ⑧
Una cubierta completamente plana sólo se puede realizar con barrera contra el vapor: resistencia a la difusión → p. 110-116 de la capa interior ≧ 10 m. En este caso la cámara de aire sólo sirve para equilibrar la presión, al igual que en las cubiertas calientes, porque la ventilación sólo funciona a partir de una pendiente del 10 %. Orden de las capas → ⑥ y ⑧.
¡Importante: la capa interior ha de ser estanca al agua!
Aislamiento → p. 77.
Impermeabilización igual que en las cubiertas calientes → p. 78.
Pendiente ≧ 1,5 %, mejor 3 % (importante para el buen desagüe de la cubierta). Los sumideros deben aislarse en el ámbito de la barrera de vapor. Emplear bajantes con aislamiento térmico incorporado → ⑨. Es necesario que la barrera contra el vapor sea continua (el solape y la entrega con los muros han de ser estancos, especialmente en el cubrimiento de piscinas, para disminuir el riesgo del inevitable claveteado).
En las construcciones ligeras debe mejorarse la amplitud de las oscilaciones térmicas mediante capas adicionales de suficiente masa (acumulación térmica) por debajo del aislamiento térmico.
Gradiente térmico excesivo: la transmisión casi total de la temperatura exterior significa tener en el interior un clima propio de barraca; ¡esto no puede mejorarse simplemente colocando más aislamiento térmico!
En el caso de una ventilación forzada de los espacios situados debajo de una cubierta con cámara ventilada, siempre ha de conseguirse una depresión, ya que en caso contrario el aire interior es impulsado hacia la cámara de aire.

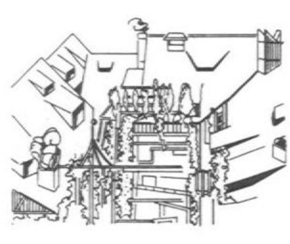


⑫ Simbología para la representación de diferentes elementos de una cubierta, según DIN 1356 E y DIN 4122

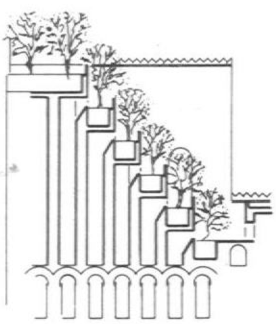
Elementos de construcción



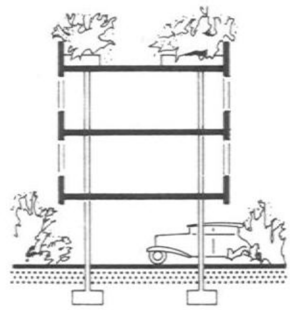
(1) Cubiertas ajardinadas en edificios de viviendas de alquiler: «característica emblemática de una nueva arquitectura»



(2) Cubierta ajardinada mediante tiestos en balcones y terrazas



(3) Jardines colgantes de Semiramis en Babilonia (siglo VI a.C.)



(4) La pérdida de superficie verde puede compensarse ajardinando las cubiertas

CUBIERTAS AJARDINADAS

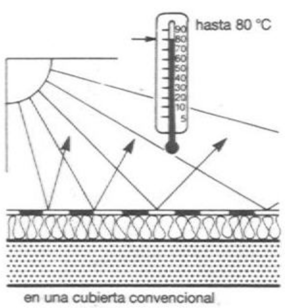
→ 🕮

Historia

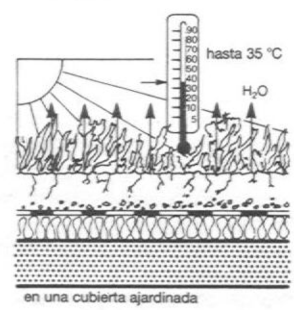
En Babilonia ya se ajardinaban terrazas seis siglos antes de Jesucristo. En Berlín, hacia 1890, las cubiertas de algunas casas de campo se recubrieron con una capa de humus, sobre la que crecían plantas, para protegerlas de posibles incendios. En nuestro siglo ha sido Le Corbusier quien ha redescubierto las cubiertas ajardinadas.

Características de las cubiertas ajardinadas:

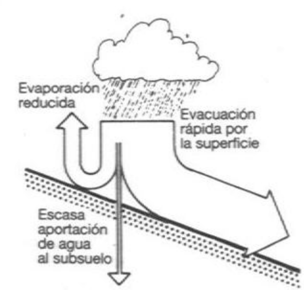
1. Aislamiento térmico a través de la cámara de aire existente entre el césped y a través de la capa de tierra con raíces (acumulación de calor).
2. Aislamiento acústico y acumulación térmica.
3. Mejora de la composición del aire en los barrios residenciales.
4. Mejoras en el microclima.
5. Se mejora la escorrentía de las ciudades y el contenido en agua del paisaje.
6. Ventajas físico-constructivas.
   Se reducen las radiaciones ultravioletas y las grandes oscilaciones de temperatura gracias a la capa protectora de césped y de tierra.
7. Sedimentación de polvo.
8. Elemento de configuración formal y mejora de las condiciones de vida.
9. Recuperación de superficies verdes.



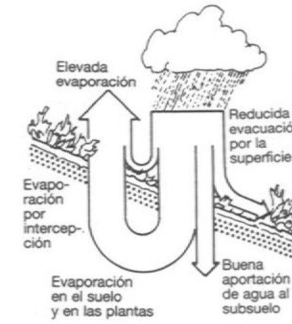
(5) Aire urbano seco y sobrecalentado → (6)



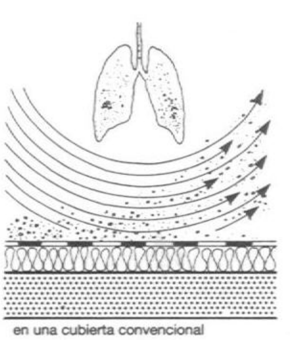
(6) Aire más fresco y húmedo debido al consumo energético de las plantas



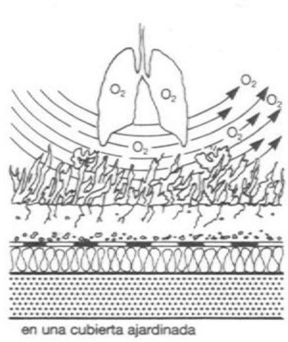
(11) Distribución del agua de lluvia en superficies compactas → (12)



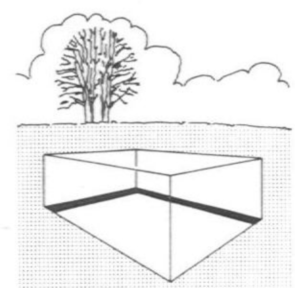
(12) Distribución del agua de lluvia en superficies sin urbanizar



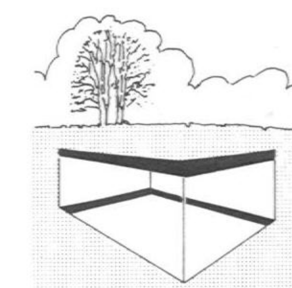
(7) Producción de polvo y remolinos de aire



(8) Mejora del aire urbano por filtrado y fijación de las plantas y por la producción de oxígeno



(13) Con la construcción de un edificio se pierde una parte de paisaje natural → (14)



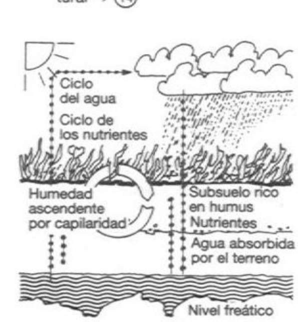
(14) Buena parte de la superficie verde perdida se podría recuperar ajardinando la cubierta



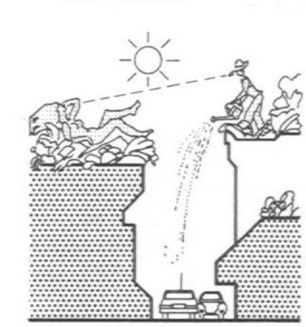
(9) Reflexión acústica en «superficies duras» → (10)



(10) Absorción acústica en una capa vegetal blanda



(15) Ciclo natural del agua y de los nutrientes

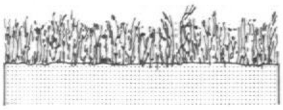


(16) Valor físico-psíquico de las superficies verdes (estas superficies aumentan la sensación de bienestar)

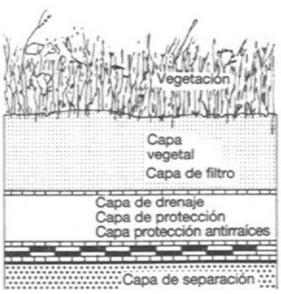
→ 🕮



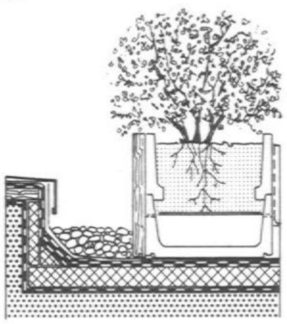
(1) Ajardinamiento intensivo



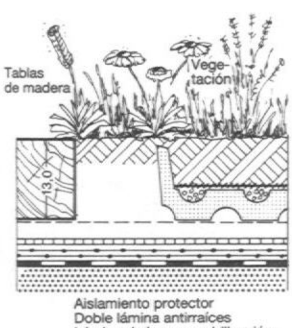
(2) Ajardinamiento extensivo



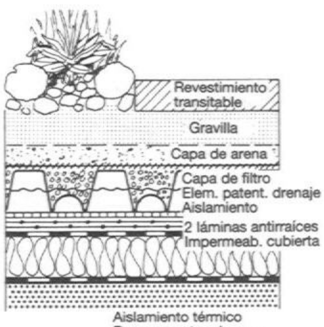
(3) Capas que conforman una cubierta ajardinada



(4) Contenedor de plantas para ajardinar el perímetro de la cubierta



(5) Sistema Zinco-Floraterra para ajardinar cubiertas



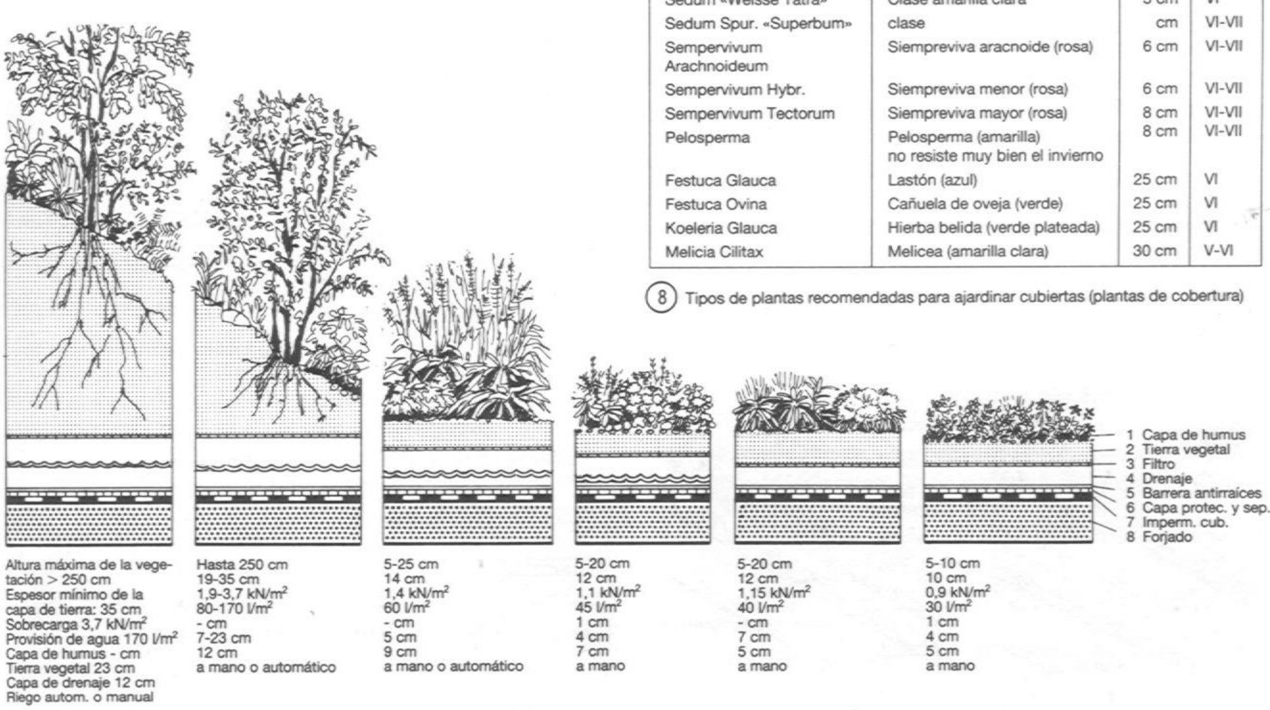
(6) Sistema Zinco Floradrain para ajardinar cubiertas

Pendiente de las cubiertas. Las cubiertas a dos aguas no deben tener una pendiente superior a 25°. Las cubiertas planas deben inclinarse al menos del 2 % al 3 %.
Tipos de ajardinamiento de cubiertas. Ajardinamiento intensivo: la cubierta se convierte en un jardín habitable con elementos como pérgolas y glorietas. Es necesario un cuidado y mantenimiento constante. Vegetación: césped, arbustos, árboles.
Ajardinamiento extensivo: el ajardinamiento se realiza sobre una cobertura mínima de tierra y apenas requiere mantenimiento. Vegetación: musgo, césped, hierbas, pequeñas plantas.
Ajardinamiento móvil. Las macetas y otros contenedores sirven para ajardinar terrazas, voladizos y balcones.
Riego natural a través del agua de lluvia. El agua se almacena en la capa de drenaje y en la capa vegetal.
Riego por inundación. El agua de lluvia se almacena en la capa de drenaje que se rellena mecánicamente, en caso de que el agua de lluvia no sea suficiente.
Riego gota a gota. Mangueras con perforaciones colocadas en la capa vegetal o en la capa de drenaje.
Lluvia artificial. Instalación por encima de la capa vegetal.
Abono. El material de abono puede esparcirse encima de la capa vegetal o disolverse artificialmente en el agua de riego.

Elementos de construcción

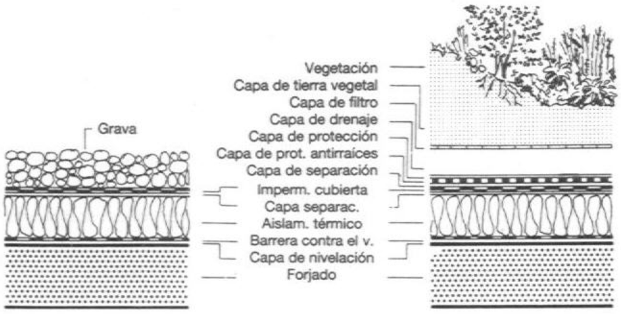
Nombre botánico	Nombre castellano (color de la flor)	Altura	Floración
Saxifraga Aizoon	saxífraga (blanca-rosa)	5 cm	VI
Sedum Acre	Telefio amargo (amarilla)	8 cm	VI-VII
Sedum Album	Uva de gato (blanca)	8 cm	VI-VII
Sedum Album «Coral Capet»	clase blanca	5 cm	VI
Sedum Album «Laconicum»	clase blanca	10 cm	VI
Sedum Album «Micranthum»	clase blanca	5 cm	VI-VII
Sedum Album «Murale»	clase blanca	8 cm	VI-VII
Sedum Album «Cloroticum»	Sedo trigero (amarillo claro)	5 cm	VI-VII
Sedum Hybr.	Hierba doncella (amarilla)	8 cm	VI-VII
Sedum Floriferum	Estafisagria (oro)	10 cm	VIII-IX
Sedum Reflexum «Elegant»	Sedo rocoso (amarilla)	12 cm	VI-VII
Sedum Sexangulare	Telefio dulce (amarilla)	5 cm	VI
Sedum «Weisse Tatra»	Clase amarilla clara	5 cm	VI
Sedum Spur. «Superbum»	clase	cm	VI-VII
Sempervivum Arachnoideum	Siempreviva aracnoide (rosa)	6 cm	VI-VII
Sempervivum Hybr.	Siempreviva menor (rosa)	6 cm	VI-VII
Sempervivum Tectorum	Siempreviva mayor (rosa)	8 cm	VI-VII
Pelosperma	Pelosperma (amarilla) no resiste muy bien el invierno	8 cm	VI-VII
Festuca Glauca	Lastón (azul)	25 cm	VI
Festuca Ovina	Cañuela de oveja (verde)	25 cm	VI
Koeleria Glauca	Hierba belida (verde plateada)	25 cm	VI
Melicia Cilitax	Melicea (amarilla clara)	30 cm	V-VI

(8) Tipos de plantas recomendadas para ajardinar cubiertas (plantas de cobertura)



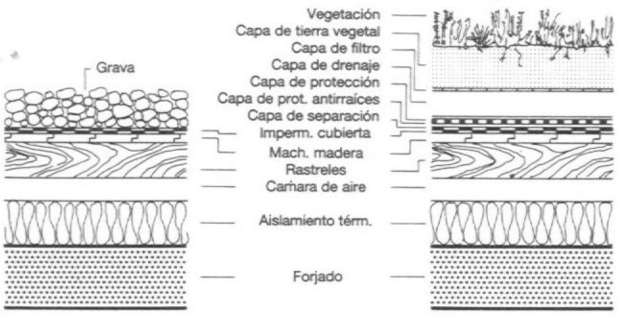
(7) Diferentes tipos de ajardinamiento

Capa de tierra vegetal. Se emplea arcilla expandida. Ofrece: estabilidad estructural, ventilación de la tierra y mantenimiento de la humedad; permite además modelar el suelo. Función: mantener los nutrientes, reacción del suelo (valor pH), ventilación y mantenimiento de la humedad.
Capa de filtro: evita la acumulación de barro en la capa de drenaje.
Capa de drenaje: evita un riego excesivo de las plantas. Material: planchas de espuma rígida, planchas sintéticas.
Capa de protección: protege durante la fase de construcción y contra cargas puntuales.
Capa de protección contra las raíces: las láminas de PVC/ECB y EPDM frenan el crecimiento de las raíces.
Capa de separación: separa la estructura portante del ajardinamiento de la cubierta.
Los ejemplos → ① – ⑧ muestran la construcción usual de cubiertas planas y de cubiertas planas ajardinadas. Antes de proceder al ajardinamiento se ha de verificar la correcta ejecución de la cubierta y comprobar cada una de las capas. Asegurarse también de que los materiales empleados se ajustan a las características técnicas exigidas. Vigilar especialmente los siguientes puntos: orden de colocación de las diferentes capas, formación de las pendientes, existencia de hondonadas o protuberancias; impermeabilización (rotos, burbujas), juntas de dilatación, juntas perimetrales, encuentro con huecos (claraboyas, chimeneas, salidas de ventilación) y sumideros. También pueden ajardinarse las cubiertas a dos aguas. Ajardinar una cubierta inclinada → ⑨ – ⑫ supone realizar una construcción bastante complicada (peligro de deslizamiento, desecación, etc.).



① Cubierta sin cámara de aire → ②

② Cubierta convencional ajardinada



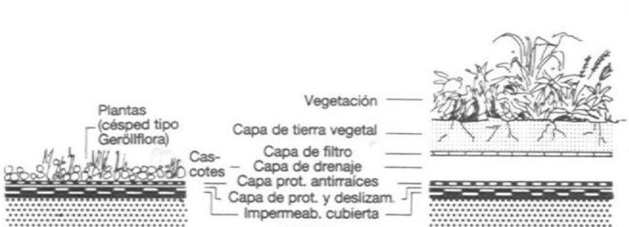
③ Cubierta con cámara ventilada → ④

④ Cubierta ajardinada con cámara ventilada



⑤ Cubierta invertida → ⑥

⑥ Cubierta ajardinada invertida

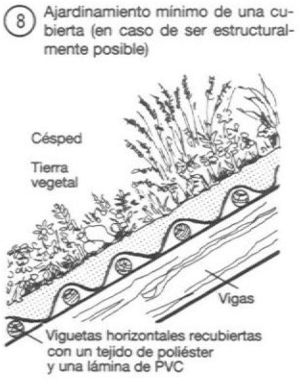


⑦ Ajardinamiento mínimo de una cubierta

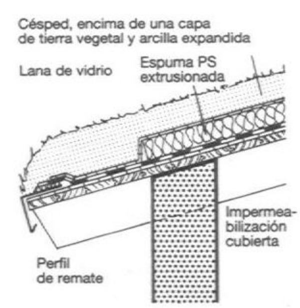
⑧ Ajardinamiento mínimo de una cubierta (en caso de ser estructuralmente posible)



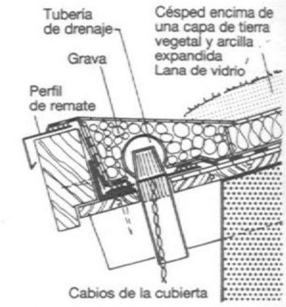
⑨ Ajardinamiento de una cubierta inclinada



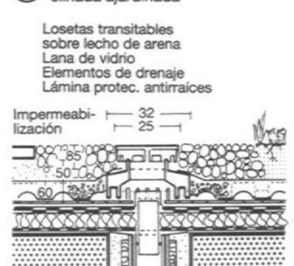
⑩ Ajardinamiento de una cubierta muy inclinada



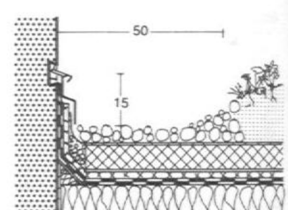
⑪ Detalle del alero de una cubierta inclinada ajardinada



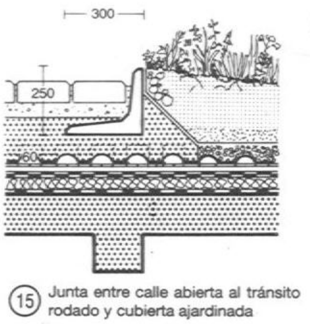
⑫ Detalle del alero → ⑪



⑬ Sumidero



⑭ Encuentro con paramento vertical



⑮ Junta entre calle abierta al tránsito rodado y cubierta ajardinada



⑯ Junta entre calle peatonal y cubierta ajardinada

Definiciones

1. Por ajardinamiento extensivo de una cubierta se entiende el recubrimiento, mediante revestimientos de protección, que exige un mantenimiento y que generalmente sustituye al vertido de grava.
2. La vegetación debe necesitar un mantenimiento mínimo.

Ámbito de aplicación

Directriz válida para superficies ajardinadas sin adición de tierra natural, especialmente en cubiertas, garajes subterráneos, refugios, etc.

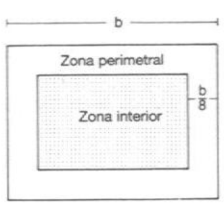
Reglas básicas para el proyecto y la ejecución

1. En el ajardinamiento extensivo de una cubierta, éste debe satisfacer los mismos requisitos de protección que cualquier cubierta plana.
2. Determinar cuidadosamente la tipología de la cubierta, el orden de las diferentes capas, el cálculo de las cargas y sobrecargas, así como las necesidades de vegetación.
3. Como sobrecarga, para asegurar la impermeabilización de la cubierta, se ha de tomar como mínimo el valor indicado en la siguiente tabla.
4. Altura del alero desde el terreno

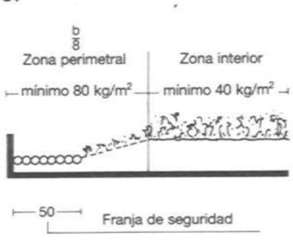
Altura del alero desde el terreno m		sobrecarga en perímetro kg/qm	superficie interior kg/qm
hasta 8	al menos	80	40
de 8 a 20	al menos	130	65
más de 20	al menos	160	80

5. El tipo de ejecución y el peso de la sobrecarga depende de la altura del edificio y de la cubierta, además de la sobrecarga de viento.
6. En el perímetro y en las esquinas de la cubierta se ha de prever una sobrecarga mayor en una franja $^b/_8$ de anchura $\geqq 1$ m $\leqq$ 2 m (según DIN 1055, parte 4.ª).

7.



8.



9. El ajardinamiento de una cubierta debe realizarse de manera que los elementos que requieren un control regular, como sumideros, juntas de dilatación, encuentros con paramentos verticales, etc., sean fácilmente accesibles.
10. En las proximidades de estos elementos, al menos en una franja de 50 cm de anchura, la capa de protección debe ser de materiales no orgánicos, como por ejemplo, grava.
11. En torno a los sumideros se ha de formar una pequeña hondonada para facilitar el flujo sobrante de agua.
12. Las cubiertas de gran superficie se han de subdividir en zonas diferenciadas de desagüe.

Medidas constructivas, funciones, requisitos

1. La impermeabilización de una cubierta debe realizarse de acuerdo con la normativa de cubiertas planas.
2. El ajardinamiento no debe afectar a la impermeabilización.
3. La lámina de impermeabilización debe estar separada del ajardinamiento superpuesto.
4. Una barrera antirraíces debería proteger la impermeabilización de forma duradera.
5. La impermeabilización mediante láminas de polímeros deben satisfacer también la función de protección antirraíces, por motivos físico-constructivos.
6. En el caso de impermeabilizaciones bituminosas, deben emplearse láminas de protección antirraíces resistentes al betún.
7. La capa de protección antirraíces debe protegerse de posibles daños mecánicos; emplear preferiblemente planchas de fibras inoxidables, que, además, almacenan nutrientes y agua.
8. La capa de vegetación debe tener una elevada firmeza estructural, una buena capacidad de expansión y estabilidad frente a la descomposición.
9. El valor del índice pH en la zona ácida no debe ser superior a 6,0.
10. Las diferentes capas han de poder absorber, al menos, 30 l/m² de agua de lluvia por día.
11. El volumen de aire contenido en las diferentes capas, cuando estén saturadas de agua, ha de ser al menos del 20 %.

Capa de vegetación y mantenimiento

1. Las plantas silvestres y los planteles de césped deben plantarse en grupos, lo mismo vale para las plantas que se reproducen solas.
2. Se pueden sembrar semillas o bien trasplantar plantas.
3. Mantenimiento: al menos un control anual, en el que se comprueben y limpien todos los sumideros y encuentros con los paramentos verticales.
4. Las plantas como musgos y líquenes, que arraigan de forma espontánea en una cubierta, no se han de considerar como malas hierbas.
5. Arrancar las malas hierbas no deseadas.
6. También deben arrancarse los retoños de árboles, en especial de sauces, abedules, arces, álamos, etc.
7. Se ha de prever abonar y cavar las plantas regularmente.
8. Debido a las condiciones ambientales del entorno puede modificarse la capa de vegetación.

Protección contra incendios

1. Observar las normas contra incendios aplicables en cada caso.
2. Se satisfacen las exigencias cuando el conjunto es difícilmente inflamable (categoría B1).

El orden de las diferentes capas de una cubierta ajardinada:

Capa de vegetación extensiva: trasplantes, siembra, cultivos (contenedores de plantas).
Capa de tierra vegetal: da estabilidad a las plantas, almacena agua, nutrientes y permite el intercambio de gases. La capa de tierra vegetal ha de poseer una porosidad elevada.
Capa de filtro: evita que se pierdan los nutrientes y los áridos de menor tamaño de la capa de tierra vegetal y que se acumule barro en la capa de drenaje: sirve para una segura conducción del agua sobrante y para la aireación de la capa de tierra vegetal, así como para almacenar eventualmente agua.
Protección antirraíces: protege el recubrimiento de la cubierta de agresiones químicas y mecánicas por parte de las raíces de las plantas, que pueden desplegar una gran fuerza destructiva en su búsqueda de agua y nutrientes.
Cubierta: ha de ser completamente impermeable al agua en toda su superficie, uniones y juntas (DIN 18531, DIN 18195).
Se ha de evitar que se produzcan condensaciones de agua en el interior de la cubierta (DIN 4108).

→ 📖

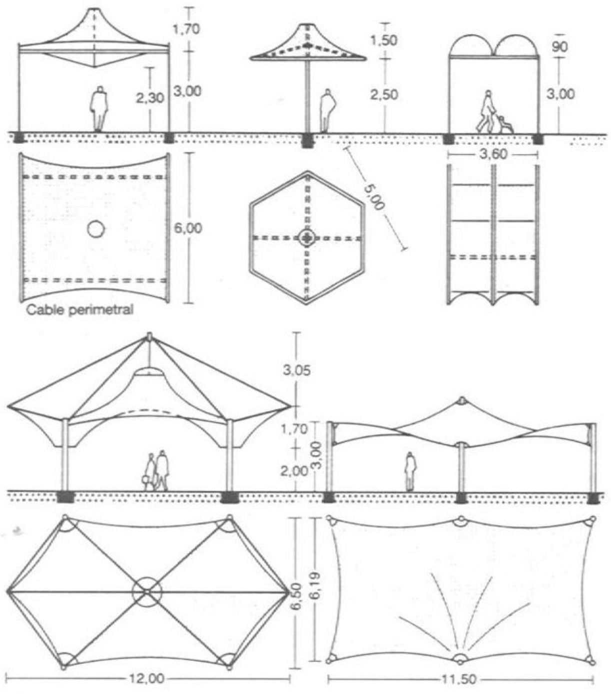
La construcción de carpas y cubiertas textiles cada vez está más perfeccionada. Desde la construcción de sencillas tiendas de lona se ha llegado a la realización de complicadas construcciones textiles del tipo más diverso.
Material: tejidos de fibra sintética (poliéster) como material portante, recubiertos por ambos lados con una lámina protectora y resistente a la corrosión.
Propiedades: elevada resistencia frente a las cargas de viento y nieve, a la corrosión y a los agentes contaminantes del medio ambiente; repelente al polvo y al agua.
Peso: 800 - 1 200 g/m².
Transparencia: desde opacos hasta translúcidos al 50 %.
Comportamiento ante el fuego: tejidos difícilmente inflamables según DIN 4102.
Vida media: 15 a 20 años.
Manipulación: el tejido se suministra en rollos con una anchura de 1 a 3 m (generalmente 1,5 m). Longitud hasta 2000 m, se corta según las necesidades constructivas; las diferentes piezas se pueden coser, soldar, encolar o grapar entre sí.

→ ① Sistemas estandarizados ampliables por adición
Las unidades estándar se pueden ampliar ilimitadamente por todos los lados. Pueden cubrir diferentes formas geométricas en planta: cuadrado, rectángulo, triángulo o círculo.
Aplicación: pasillos de conexión, áreas de descanso, sombrillas.

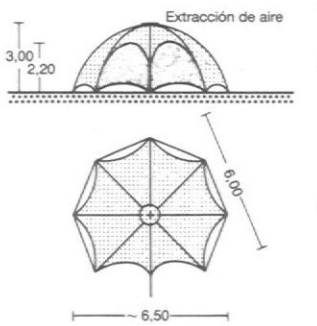
→ ⑥ – ⑨ Naves con armadura
Armadura portante de madera, acero o aluminio, sobre la que se atiranta la membrana como revestimiento de protección.
Aplicación: exposiciones, naves industriales o de almacenamiento.

→ ④ Naves neumáticas
El recubrimiento lo aguanta una ligera compresión del aire. Unas válvulas impiden la fuga excesiva del aire portante. El compresor se puede combinar con un sistema de calefacción. Aislamiento adicional mediante un doble recubrimiento con cámara intermedia (colchoneta hinchable). Anchura = 45 m, longitud ilimitada.
Aplicación: exposiciones, naves industriales o de almacenamiento y polideportivos, así como recubrimiento de piscinas y obras (durante el invierno).

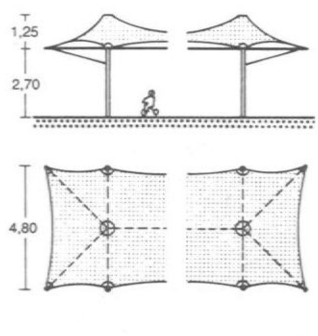
→ ⑤ Construcciones atirantadas
Con ayuda de cables y mástiles se puede atirantar la membrana de forma puntual a lo largo del perímetro. Si la membrana está formada por varias capas de material se mejora el aislamiento térmico. Luz máxima entre sujeciones: cerca de 100 m.
Aplicación: Pabellones de exposiciones, naves industriales, polideportivos, salones de reuniones, invernaderos.



① Sistemas estándar



② En forma de cúpula



③ Cubrimiento plano

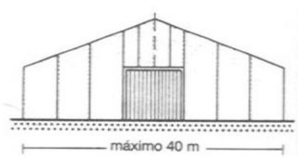


④ Naves hinchables, cubrimiento neumático


⑤ Construcciones atirantadas; construcciones textiles especiales


⑥ Naves con armadura


⑦



⑧

⑥ - ⑧
Construcciones desmontables con armadura portante de madera, acero o aluminio. Luz máxima entre sujeciones: 40 m. Prefabricación → montaje rápido y bajo coste de construcción.

ESTRUCTURAS DE CABLES

→ 🕮

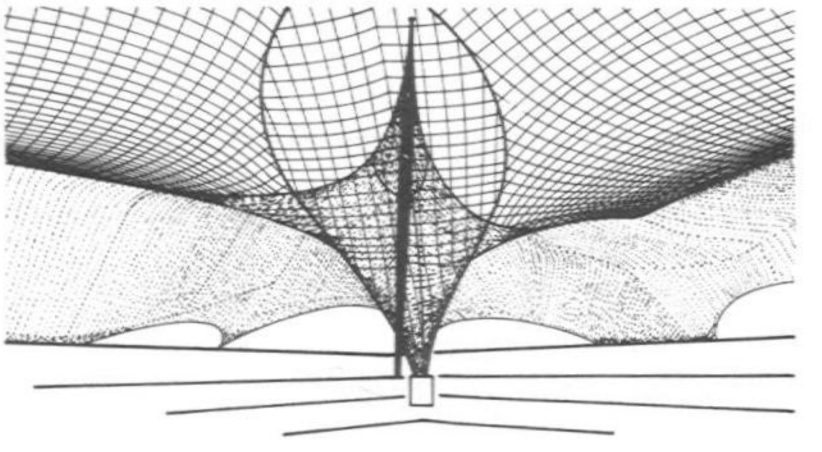
Las estructuras de cables ofrecen la posibilidad de cubrir grandes luces con gran ligereza y sin soportes intermedios. El pabellón alemán de la Exposición Universal de Montreal en 1976 se construyó con esta técnica → ①,②, y también el Estadio Olímpico de Munich en 1972 → ③,④,⑤,⑥,⑦,⑧, así como la pista de hielo del Parque Olímpico → ⑩,⑪,⑫,⑬. El proyecto para el Club de estudiantes de la Escuela Técnica Superior en Dortmund → ⑨, también es una propuesta interesante.

Generalmente los elementos constructivos son pilones y cables de acero y rejillas de madera o acero. Como material de recubrimiento suele emplearse vidrio acrílico o láminas translúcidas reforzadas con materiales sintéticos.

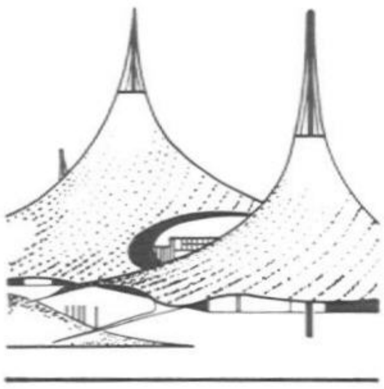
En el perímetro de estas construcciones (en los aleros, etc.), se fijan cables en forma de guirnalda que generalmente se anclan a pilares inclinados de acero.

Los llamados pilares de aire —elementos portantes que a su vez están atirantados— subdividen el cable principal para disminuir su sección.

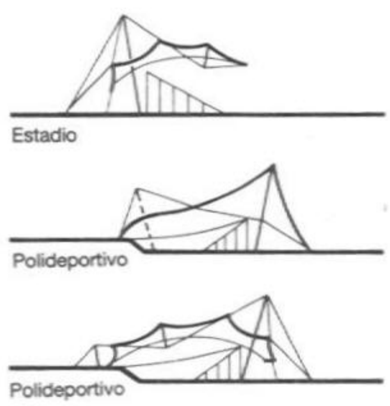
Los cables traccionados transmiten las cargas a través de piezas de fundición, pernos roscados, manguitos de alta resistencia y tensores, etc. El anclaje de los cables puede realizarse mediante tuercas, según la norma DIN 980, o ganchos.



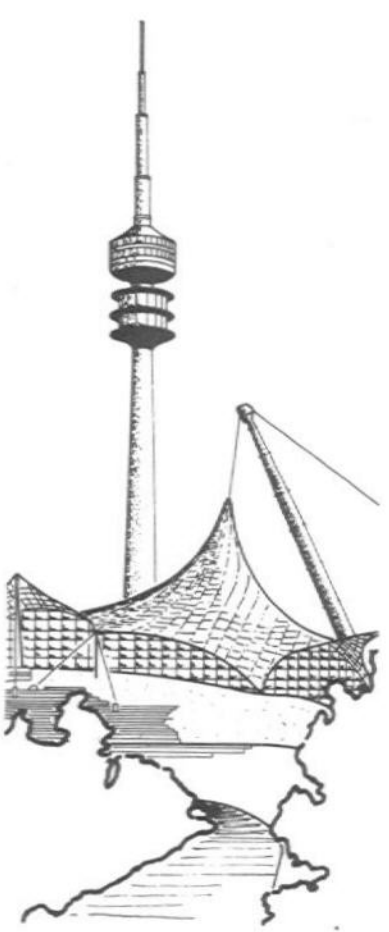
① Pabellón alemán en la Expo de 1967 de Montreal; arquitectos: R. Gutbrod y F. Otto.



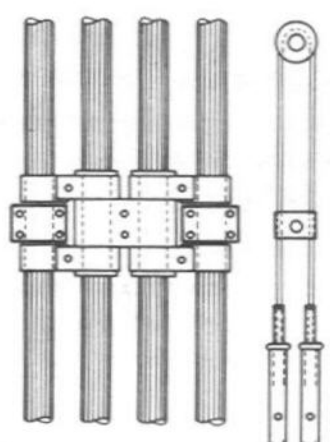
② Montreal 1967



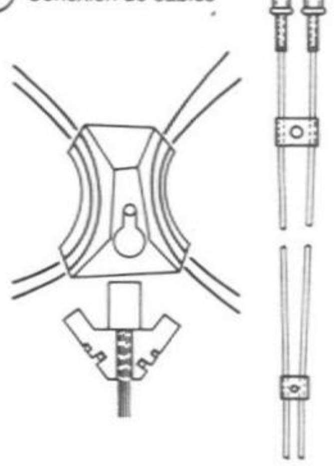
③ Parque Olímpico, Munich 1972



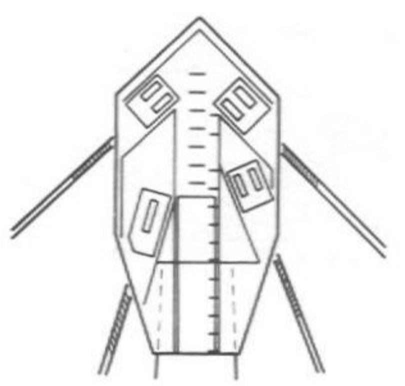
④ Estadio Olímpico de Munich 1972; Arquitecto: Behnisch y cols.



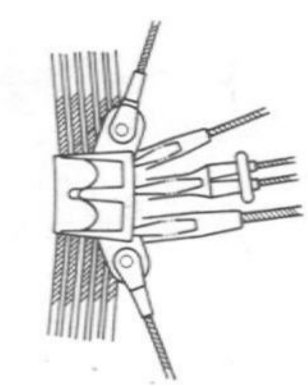
⑤ Conexión de cables



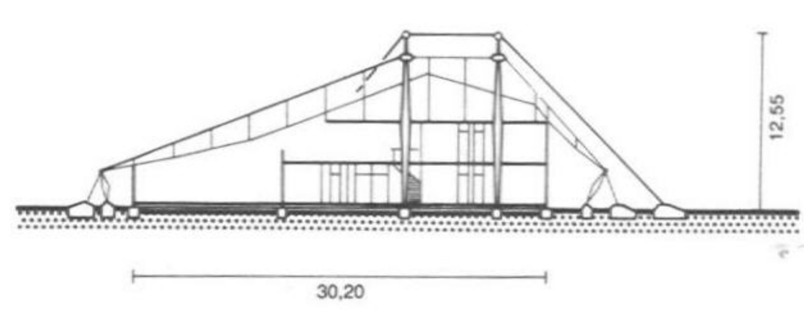
⑧ Brida para cables adyacentes



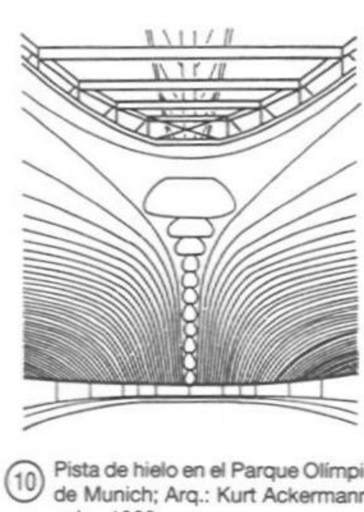
⑥ Transmisión de las tensiones de los cables a las vigas transversales de la cabeza del mástil



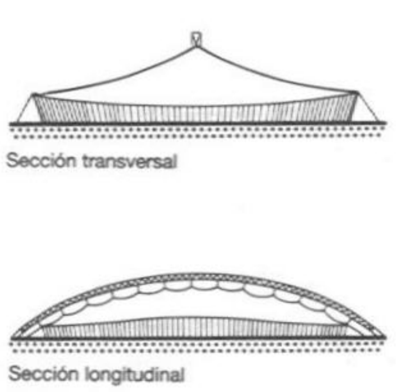
⑦ Punto de anclaje a un cable perimetral



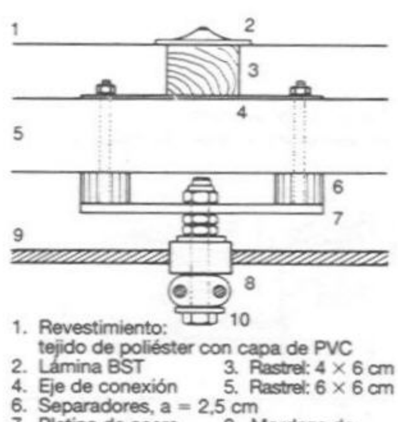
⑨ Proyecto para un club de estudiantes; Arq.: S. Caragiannidis y G. Bill



⑩ Pista de hielo en el Parque Olímpico de Munich; Arq.: Kurt Ackermann y cols., 1983

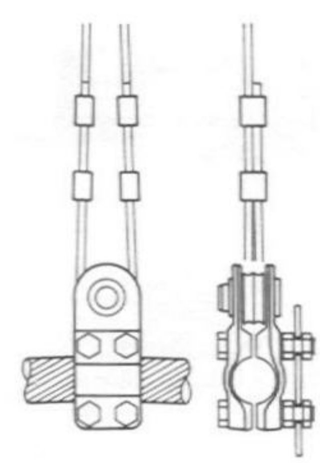


⑪ → ⑩

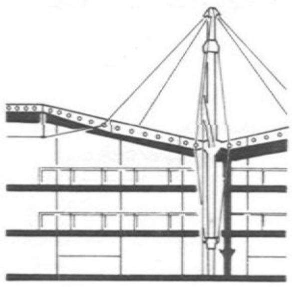


1. Revestimiento: tejido de poliéster con capa de PVC
2. Lámina BST
3. Rastrel: 4 × 6 cm
4. Eje de conexión
5. Rastrel: 6 × 6 cm
6. Separadores, a = 2,5 cm
7. Pletina de acero 300/60 ×8
8. Mordaza de compresión
9. Cable 11,5 mm
10. Tornillo

⑫ Mordaza para cable con cubrimiento superior



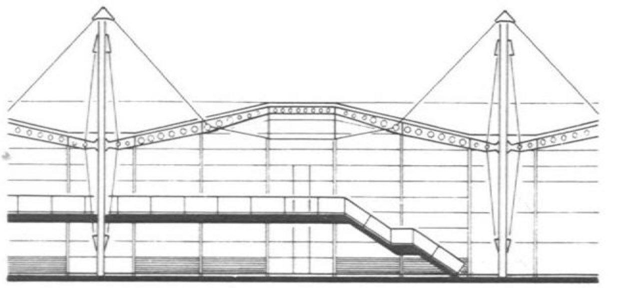
⑬ Mordaza para cable perimetral



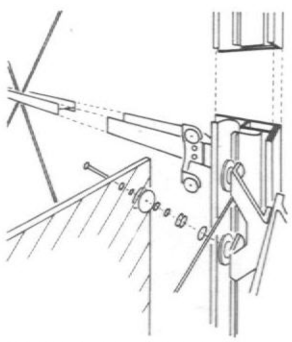
(1) Sede de la Renault en Swindon/ Wiltshire
Arq.: Norman Foster Ass., Londres



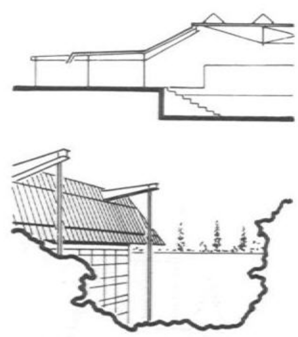
(2) Vista interior de la sala de exposiciones



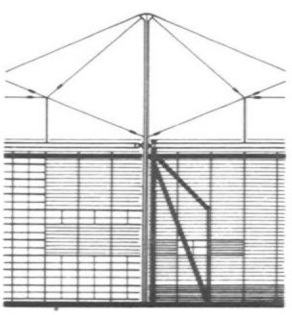
(3) Vista del exterior con la galería



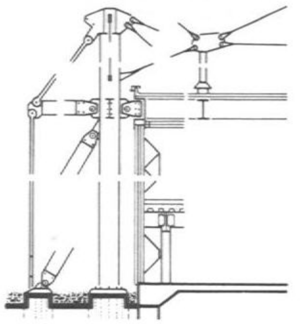
(4) Detalle del acristalamiento con vidrio «planar»



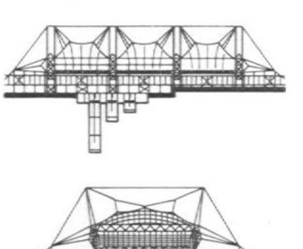
(5) Polideportivo en Lorch (Alemania)
Arq.: Behnisch y asoc. Stuttgart



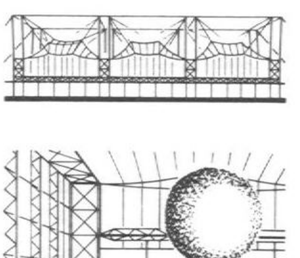
(6) Fábrica Fleetgard en Quimper (Francia)
Arq.: Richard Rogers y cols. Londres



(7) Sección de la fachada



(8) Centro de Investigación Schlumberger en Cambridge (Gran Bretaña)
Arq.: Michael Hopkins y cols. Londres



(9) Perspectiva interior del jardín de invierno

ESTRUCTURAS ATIRANTADAS

→ 🕮

Atirantar las estructuras sirve para disminuir las secciones y poder realizar construcciones más esbeltas. Por lo general, esto sólo es posible en estructuras de acero o madera. Los cables son de acero, generalmente postensables, y únicamente pueden transmitir esfuerzos de tracción.

Las estructuras atirantadas tienen como finalidad disminuir la luz de los elementos estructurales traccionados, o aguantar vigas en voladizo. Por la cara inferior disminuye también la luz de la cara traccionada de la estructura y con ello el momento a considerar en el cálculo de la sección → (12). En estas estructuras, de manera parecida a las estructuras de cables, es necesario un pilar neumático que trabaje a compresión.

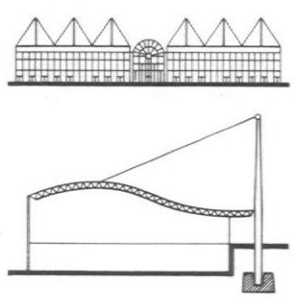
Los arquitectos Norman Foster → (1) – (4), Richard Rogers → (6) – (7), Michael Hopkins → (8) ÷ (9) y Günter Behnisch → (5), han realizado aportaciones fundamentales a la arquitectura de estructuras atirantadas.

El edificio de Norman Foster para la Renault en Swindon está formado por vigas de acero suspendidas de mástiles huecos de sección redonda y atirantados → (1) – (4). El proyecto permitió una ampliación de la superficie cercana al 67 %. La estructura suspendida presenta unos puntos de conexión, que permiten realizar los trabajos de construcción sin interrumpir la actividad de la fábrica.

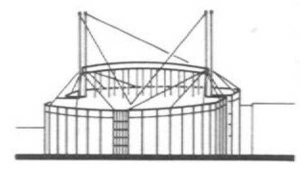
La nueva fábrica de Fleetgard en Quimper, un taller de motores en USA, debía ajustarse a diferentes funciones y requisitos. Por ello, Richard Rogers, para no tener que situar pilares en el interior, optó por emplear una estructura atirantada, → (6) – (7).

El proyecto de Michael Hopkins para el Centro de Investigación Schlumberger en Cambridge → (8) – (9), y el polideportivo de Günter Behnisch → (5) se basan en la misma idea.

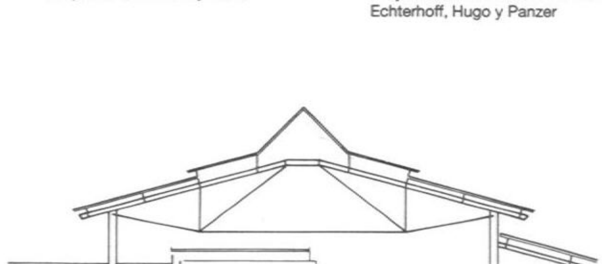
Con esta técnica también pueden construirse edificios de servicios de un aeropuerto (propuesta para Paderborn/Lippstadt) → (10) o salas de conciertos → (11).



(10) Terminal aérea en Paderborn/Lippstadt (Alemania)
Proyecto: Stratmann y Klaus



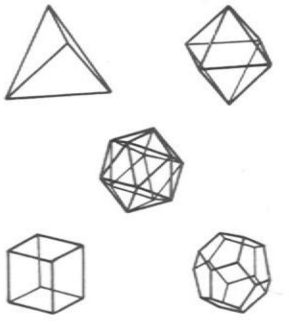
(11) Sala de conciertos en el Recinto Ferial de Dortmund
Proyecto de concurso: Portmann, Echterhoff, Hugo y Panzer



(12) Estación de metro en el parque municipal de Dortmund.
Arq.: Gerber y cols. Dortmund

ESTRUCTURAS ESPACIALES

FUNDAMENTOS → 🕮

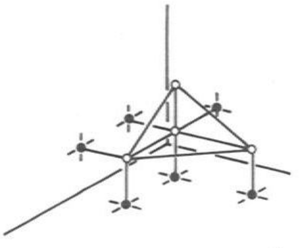


Los cinco cuerpos platónicos

Tetraedro = 4 caras
Hexaedro = 6 caras
Octaedro = 8 caras
Dodecaedro = 12 caras
Icosaedro = 20 caras

→ Redes esféricas

(1) Cuerpos platónicos



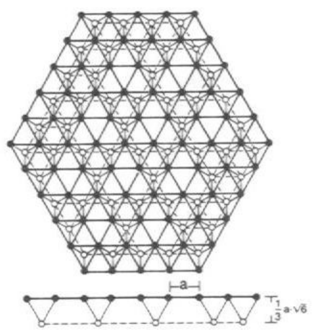
Para alcanzar una estabilidad cinemática se ha de satisfacer la siguiente regla: n.° de barras = 3 × n.° de nudos – 6; ya que cada nudo se ha de fijar mediante 3 barras en el espacio tridimensional. Para apoyar la estructura tridimensional, sin que pueda desplazarse, se necesitan 1+2+3 barras de freno, es decir 3 × n.° de nudos – (1+2+3) = n.° de barras.

(2) Fórmula de las estructuras espaciales

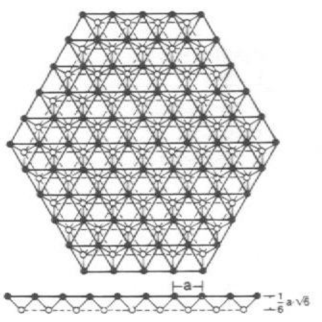
Las estructuras espaciales se construyen a partir de triángulos rectángulos de lados iguales, de manera que resulten poliedros regulares. En las redes planas hay exactamente tres estructuras geométricas y en las redes esféricas cinco redes poliédricas regulares, que se construyen con un solo tipo de nudos, barras y por lo tanto superficies iguales. Las redes planas regulares son las estructuras triangulares, cuadradas y hexagonales.

Aplicado a los cinco cuerpos platónicos, de la fórmula de estructuras espaciales resulta que cinemáticamente sólo son estables aquellas redes tridimensionales cuyas barras forman una red cerrada triangular, es decir, tetraedros, octaedros e icosaedros. El hexaedro necesita para su estabilización 6 barras adicionales y el dodecaedro 24 barras. Si una red triangular esférica no se cierra en toda la superficie, los apoyos en el polígono de base no han de permitir deslizamientos.

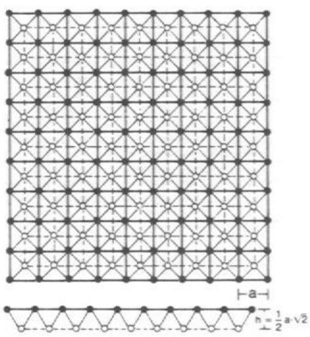
La longitud de las barras para estructuras espaciales forma una serie geométrica de razón 2. Para construir una estructura espacial basta con un nudo de 18 conexiones como máximo, a 45°, 60° y 90°. Al igual que en las estructuras planas, se ha de partir de la unión articulada de las barras en los nudos.



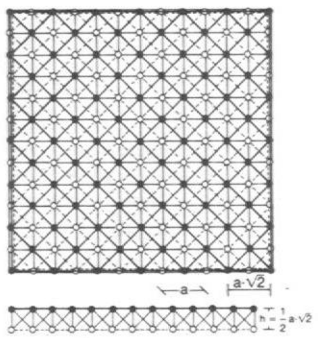
(3) Malla espacial formada por octaedros y tetraedros con huecos regulares en el plano inferior



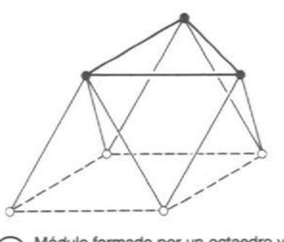
(4) Malla espacial formada por octaedros y tetraedros de altura reducida



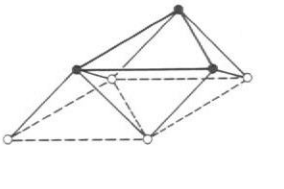
(5) Malla espacial formada por semi-octaedros y tetraedros paralelos en el perímetro



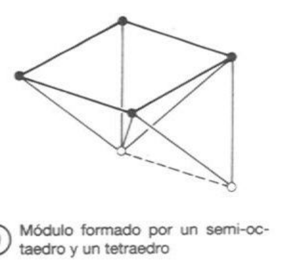
(6) Malla espacial formada por octaedros y tetraedros con un giro de 45°



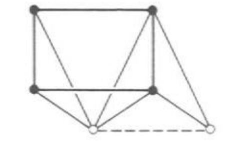
(7) Módulo formado por un octaedro y un tetraedro



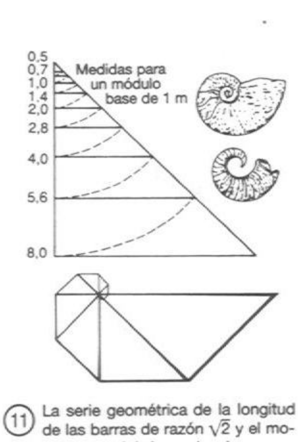
(8) Módulo de altura reducida formado por un octaedro y un tetraedro (esquina grande del dado)



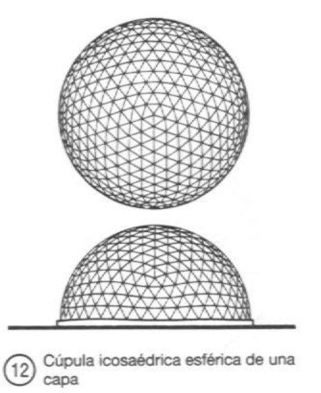
(9) Módulo formado por un semi-octaedro y un tetraedro



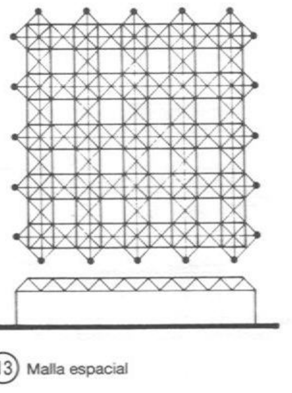
(10) Módulo formado por un semi-octaedro y un tetraedro



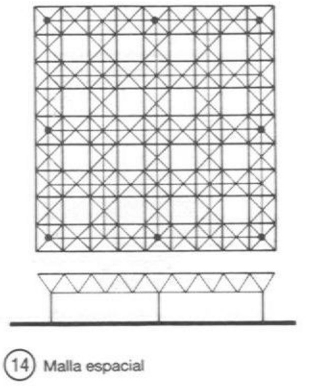
(11) La serie geométrica de la longitud de las barras de razón $\sqrt{2}$ y el modelo natural de las series de progresión geométrica: caparazón de las amonitas



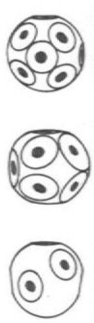
(12) Cúpula icosaédrica esférica de una capa



(13) Malla espacial



(14) Malla espacial

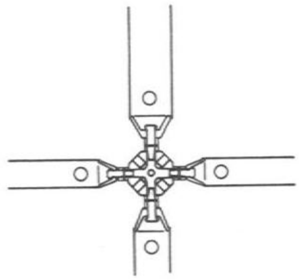


El nudo normal de 18 conexiones permite realizar uniones a 45°, 60° y 90° y sus múltiplos. Sólo existe un tipo de nudo normal, que se fabrica en un taller de fundición.

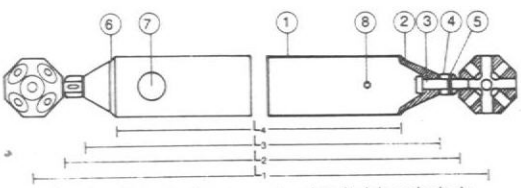
El nudo más corriente, generalmente de 10 caras, tiene las perforaciones necesarias para realizar mallas espaciales repetitivas, siempre iguales.

En cambio, en los nudos especiales se pueden fijar en cada caso, tanto el número de perforaciones como el ángulo entre las perforaciones roscadas.

(1) Nudos del sistema MERO



(2) Nudo de unión entre barras

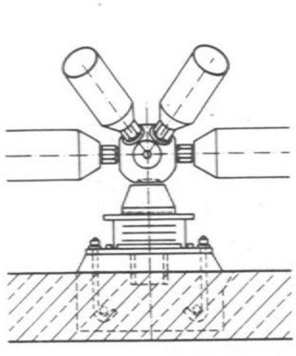


L_1 = Longitud entre ejes
L_2 = Longitud nominal de las barras
L_3 = Longitud de acabado de las barras
L_4 = Longitud neta del perfil

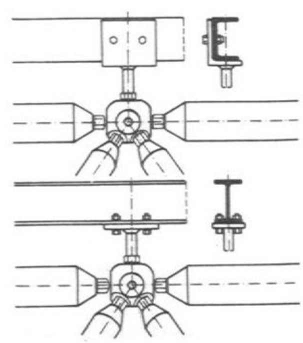
1 Perfil hueco de sección circular
2 Cono
3 Perno roscado
4 Tuerca de fijación
5 Mordaza
6 Cordón de soldadura
7 Agujero de desagüe
8 Orificio de introd. del perno

(3) Detalle de los elementos del sistema MERO

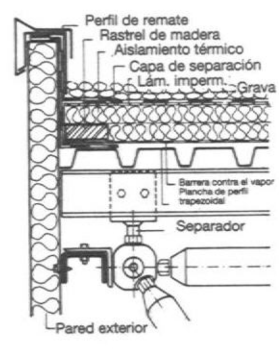
El sistema MERO de estructuras espaciales, patentado por la empresa Mengeringhausen, se compone de nudos y barras. → (1), (2), (3) Se pueden elegir los correspondientes nudos y barras del sistema independientemente de cuales sean las cargas a transmitir. En el sistema MERO las uniones de las barras en los nudos no son «articulaciones ideales», sino que, en función de las fuerzas perpendiculares a las barras, pueden transmitir pequeños momentos. → (4), (5), (6), (7) En las combinaciones espaciales, existe la posibilidad de elegir una unidad modular básica para las barras y, con múltiplos $\sqrt{2}$ o $\sqrt{3}$ del módulo, proyectar una estructura que puede ajustarse a la superficie portante deseada. → (12), (13), (14) La flexibilidad ilimitada permite construir incluso mallas espaciales con curvatura. En la actualidad el mayor edificio semiesférico del mundo es el Globe-Arena de Estocolmo. → (13) Los procesos de montaje son: la prefabricación, el montaje por elementos y la elevación del conjunto. Todos los elementos han de estar galvanizados como protección frente a la corrosión. Debido al elevado grado de indeterminación estática que poseen las mallas espaciales, el fallo de algunas barras en caso de incendio, no lleva al colapso de toda la estructura. Partiendo de un nudo esférico con posibilidad para conectar 18 barras de sección circular, se han desarrollado varios sistemas de barras y nudos, que permiten optimizar la estructura portante y el tipo de cubrimiento. → (8), (9), (10), (11)



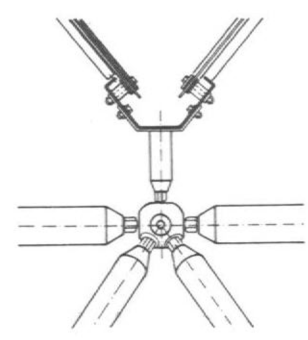
(4) Apoyo



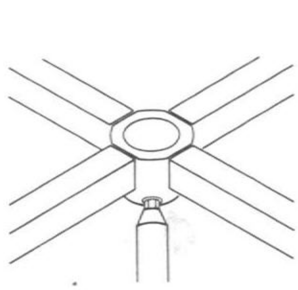
(5) Sujeción de correas



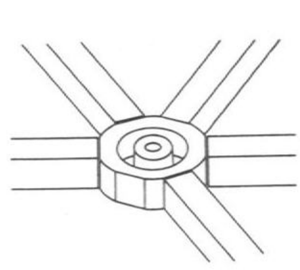
(6) Uniones constructivas. Encuentro en la cubierta



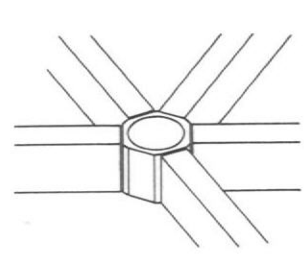
(7) Uniones constructivas. Canalón interior



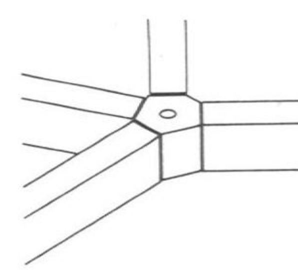
(8) Sistema NK (Nudos NAPF). Apoyo directo de la cubierta sobre el plano superior de la malla; estructura portante de dos capas: uniones atornilladas no rígidas y encuentro parcial de la barra al nudo; en el plano inferior nudos del sistema KK.



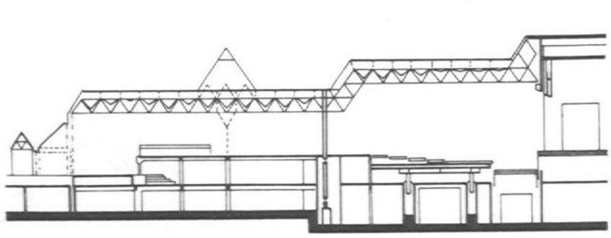
(9) Sistema TK (Nudo con arandela). Apoyo directo de la cubierta, estructura portante de una sola capa de retícula triangular; uniones atornilladas no rígidas, encuentro parcial de la barra al nudo.



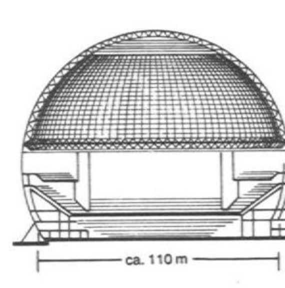
(10) Sistema ZK (Nudo cilíndrico). Apoyo directo de la cubierta, estructura portante de una capa también para superficies trapezoidales en planta; uniones rígidas con varios tornillos y encuentro parcial de la barra al nudo.



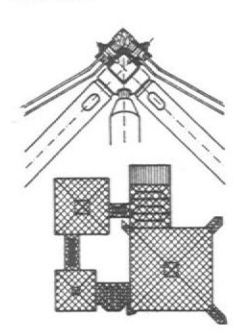
(11) Sistema BK (Nudo-bloque). Apoyo directo de la cubierta, estructura portante de una o varias capas; uniones mediante uno o varios tornillos, barras integradas ópticamente al nudo.



(12) Sección del Ayuntamiento de Hilden (Alemania). Arq.: Strizewski

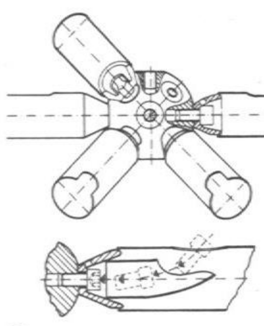


(13) Sección del Globe-Arena de Estocolmo. Arq.: Berg

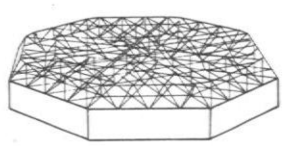


(14) Detalle del cubrimiento del invernadero Gruga en Essen (Alemania) (Sistema NK)

APLICACIONES → 🕮



① Nudo

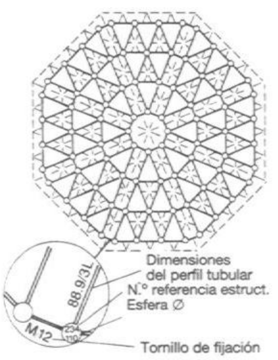


② Estructura espacial

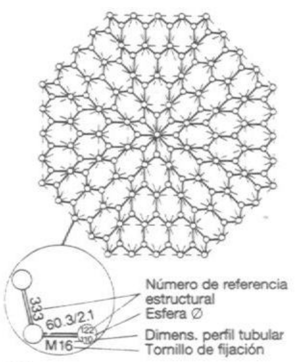
El sistema de estructuras espaciales Krupp-Montal® ha sido diseñado por E. Rüter, Dortmund. Las barras se atornillan a las esferas de acero con una varilla interior a rosca. La varilla interior hexagonal se lleva hasta el extremo de la barra a través del tubo de guía y se atornilla en el nudo. Por lo general todas las barras están galvanizadas; se les puede dar una capa de pintura de color. En el sistema Krupp-Montal® se pueden comprobar los tornillos sin extraer las barras; en caso necesario, éstas se pueden reemplazar sin tener que romperlas.

El sistema «Krupp-Montal®» se ilustra en → ① – ⑤, y los detalles en → ⑥ – ⑧.

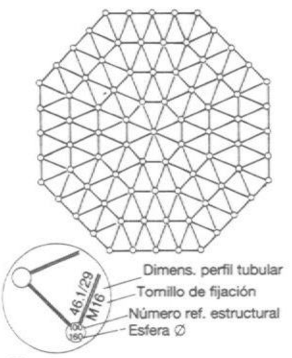
La unión KEBA entre barras y nudos está prevista para transmitir tensiones de tracción y de compresión; no tiene tornillos y se desmonta fácilmente → ⑨ – ⑬. Está compuesta por una quijada cónica (KEBA), brida cónica, cuña y arandela con pasador. El sistema Scane Space ha sido diseñado por Kaj Thomsen. Los elementos de conexión son pernos, fijados a los extremos de las barras mediante un proceso especial, que se atornillan a los nudos esféricos en las perforaciones a rosca (ilustración 14/15). Todas las estructuras espaciales han de permitir, al menos, una luz de 80 a 100 m.



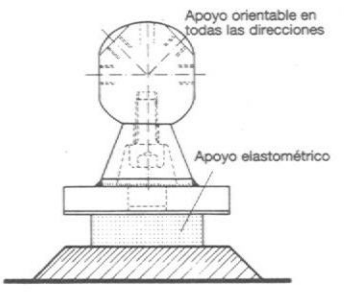
③ Barras del plano superior



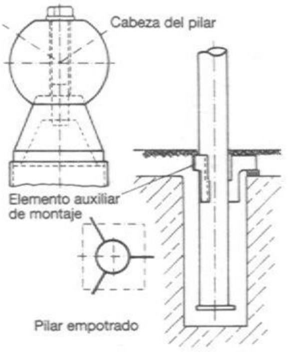
④ Barras diagonales



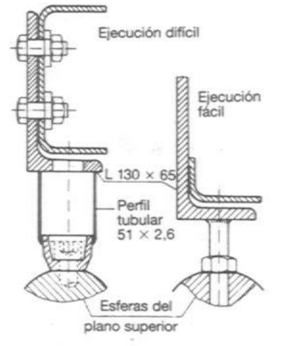
⑤ Barras del plano inferior



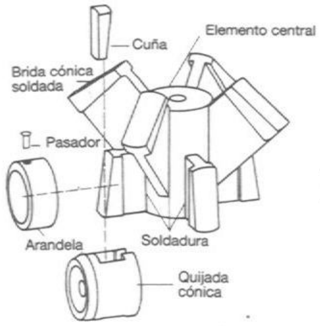
⑥ Apoyo orientable en todas las direcciones



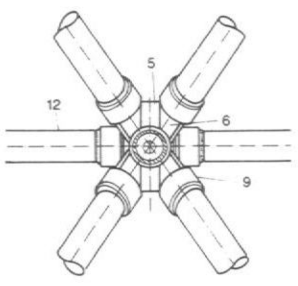
⑦ Cabeza de pilar, pilar empotrado



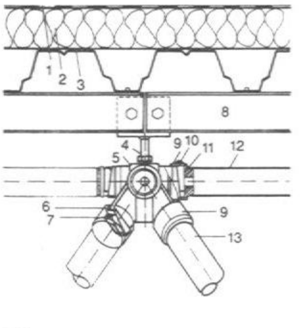
⑧ Fijación de correas



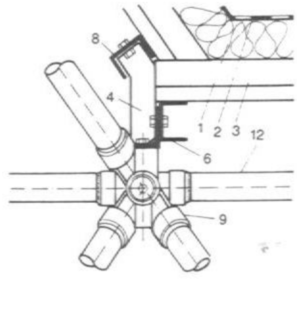
⑨ Nudo KEBA



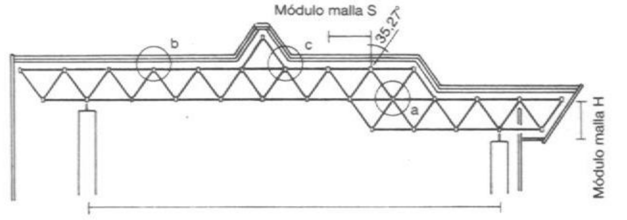
⑩ Nudo intermedio universal; elemento central con 12 conectores: 4 para barras horizontales y 8 para barras diagonales



⑪ Nudo normal del plano superior

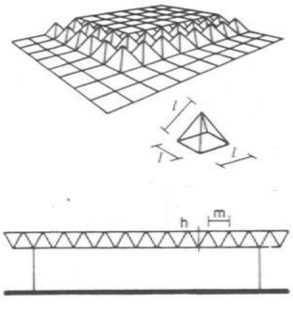


⑫ Nudo intermedio universal

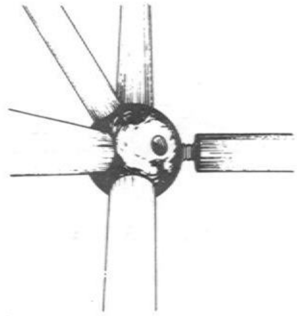


1 Impermeabilización
2 Aislamiento
3 Plancha de acero de perfil trapezoidal
4 Separador
5 Elemento central
6 Brida cónica
7 Cuña
8 Correa, vigueta
9 Arandela
10 Pasador
11 Quijada cónica
12 Barra horiz. H
13 Barra diagonal

⑬ Ejemplo de una posible forma de cubierta y detalles de sus nudos → ⑩ – ⑫

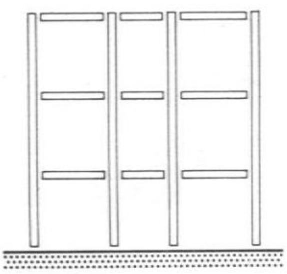


⑭ Sistema de estructura espacial

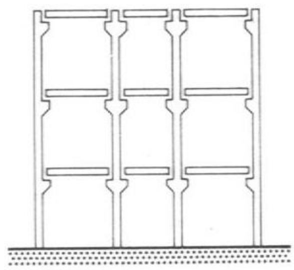


⑮ Nudo

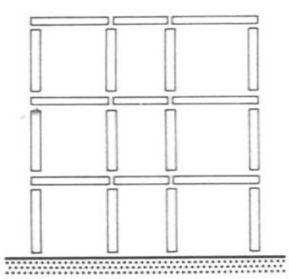
→ 🕮



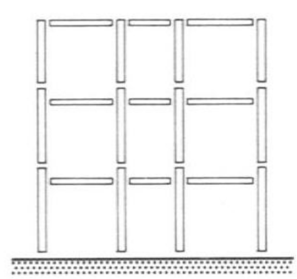
(1) Pilares continuos, vigas apoyadas sobre cartelas ocultas



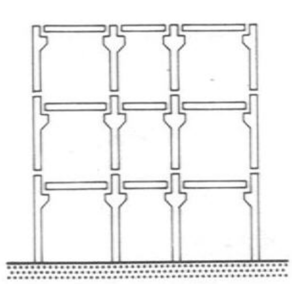
(2) Pilares continuos, vigas apoyadas sobre cartelas vistas



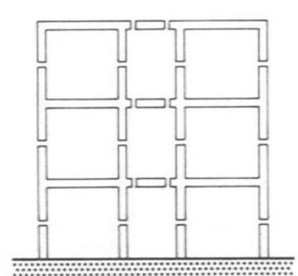
(3) Pilares discontinuos, pilares aislados con vigas



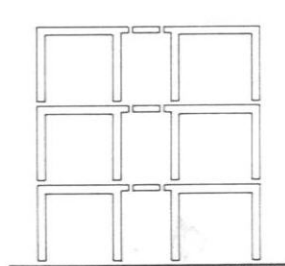
(4) Pilares discontinuos, vigas sobre cartelas



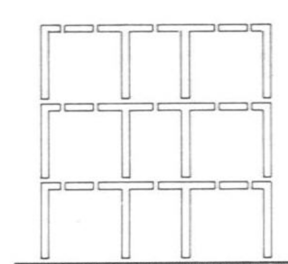
(5) Pilares discontinuos, vigas sobre cartelas ocultas



(6) Pórticos en forma de H



(7) Pórticos biarticulados



(8) Pilares en forma de T y L

Estructuras prefabricadas o construidas *in situ* en forma de pórticos. La elección de los materiales depende del tipo de construcción y del emplazamiento. Aplicables en todo tipo de rascacielos y edificios altos (el número de plantas está limitado por la resistencia y peso propio de los materiales). Estructura: pilares verticales, que delimitan el espacio, realizados con materiales con o sin resistencia a tracción.

Es necesaria una rigidización vertical, mediante paredes transversales, y una horizontal, a través del forjado. Espesor de los muros y elementos de rigidización horizontal según DIN 1045/1053. El esqueleto portante sin cerramiento exterior, permite una distribución libre de las plantas en un número elevado y la composición libre de la fachada (entre forjados o muro cortina). Diferentes sistemas de prefabricación.

Ejecución como esqueleto de hormigón armado: construcción *in situ* y prefabricada, esqueleto de acero, aluminio o madera.
Tipos de construcción: los pórticos están formados por pilares y vigas principales con nudos rígidos o articulados (puntos de unión entre pilares y vigas).

Pórtico rígido: pilares y jácenas empotrados en el forjado.
Pórticos superpuestos: pilares y vigas empotrados entre sí y superpuestos a través de uniones articuladas.

Pórticos articulados: todas las uniones son articuladas: vigas de celosía, láminas macizas (pantallas, cajas de escalera). Posibilidad de sistemas mixtos.

Uniones empotradas: fácilmente realizables con hormigón armado fabricado *in situ,* los elementos de hormigón prefabricado se suelen unir mediante articulaciones. Con núcleo de rigidización.
Construcción: estructura con pilares continuos → (1) – (2).

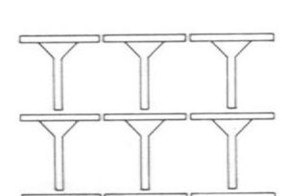
Vigas apoyadas sobre cartelas, o sobre cartelas ocultas.
Estructura con pilares discontinuos → (3) – (5). Pilares aislados con jácenas apoyadas directamente sobre cartelas → (2). Los pilares también pueden tener la altura de dos plantas o pueden desplazarse de una planta a otra. Pilares con núcleo de rigidización.
Estructuras con pórticos en forma de H → (6) – (8).

Pórticos en forma de H con jácenas suspendidas en el vano central (pórticos articulados).

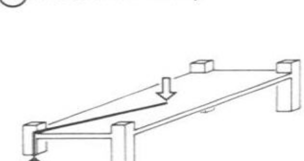
Pórticos biarticulados: jácenas simplemente apoyadas o empotradas rígidamente en el vano central (pórticos articulados).

Estructuras con pilares fungiformes → (9). Pilares con losas en voladizo por cuatro lados (pilar y losa están empotrados entre sí; unión articulada de las losas en el centro del vano).

Forjado: recoge directamente las cargas verticales y las transmite horizontalmente a los puntos de apoyo. Losas macizas de hormigón, vigas espaciales. Forjados reticulares: muy pesados para grandes luces, dificultad para el paso de instalaciones, generalmente de retícula cuadrada en planta → (10) – (12).



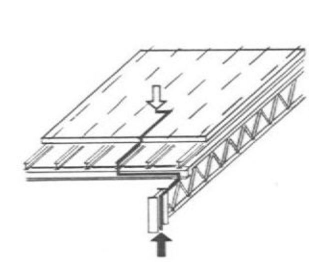
(9) Pilares en forma de hongo



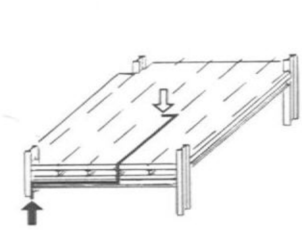
Losas macizas de hormigón



(10) Losas con una capa de vigas directamente apoyadas en los pilares

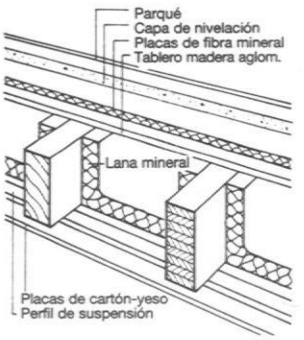


(11) Losas con dos capas de soporte: las cargas que recibe la losa se transmiten, a través de las dos capas estructurales, a los apoyos verticales

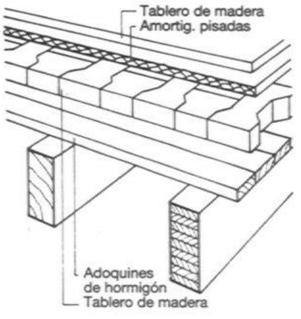


(12) Losas sobre tres capas de soporte: para grandes luces. Las tensiones del plano inferior son recogidas por las vigas principales

FORJADOS



(1) Forjado de viguetas de madera revestido con tablas de madera



(2) Forjado de vigas de madera: tableros de madera vistos en las caras superior e inferior

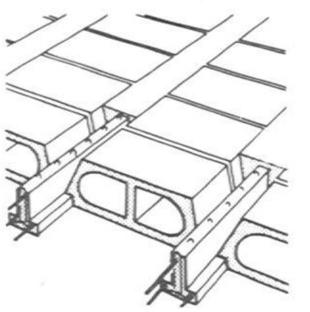
Forjados de vigas de madera maciza o laminada → (1) – (2), vistas o escondidas debajo de un falso techo. Colocando adoquines de hormigón de 60 mm se aumenta el aislamiento acústico → (2).

Los forjados parcial o totalmente prefabricados son utilizables inmediatamente después de ser construidos → (3) – (8).

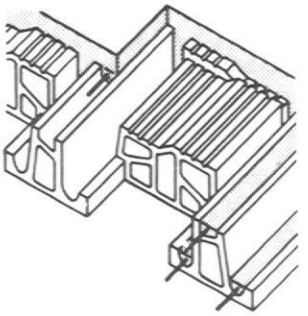
Forjados nervados: distancia entre ejes de las vigas según la siguiente serie de medidas: 250 – 375 – 500 – 625 – 750 – 1000 – 1250 mm. Los forjados macizos de hormigón realizado *in situ* sobre un encofrado → (11), no son resistentes hasta que termina el fraguado y se aporta humedad a la obra.

Las losas de hormigón con armaduras en dos direcciones no deben superar una proporción de 1:1,5 entre sus lados. Espesor mínimo 7 cm; son rentables hasta un grueso de 15 cm.

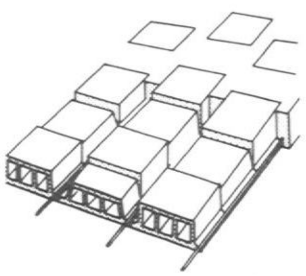
Los forjados de placas prefabricadas de hormigón visto, se convierten en losa vertiendo hormigón en obra → (12). Espesor de la losa de 10 a 26 cm. Esta construcción reúne las ventajas de la prefabricación y las ventajas de la construcción convencional. Máxima anchura de las placas, 2,20 m. Después de enmasillar las juntas, el forjado se puede pintar directamente sin necesidad de enyesarlo. Los forjados de bovedillas → (5) también pueden ser prefabricados. Máximo espesor del forjado: 19 a 21,5 cm. Luz entre apoyos: 6,48 m. Anchura de los elementos del forjado: 1 m. No se necesita una capa de hormigón de compresión. Los forjados de placas aligeradas de hormigón pretensado → (6), están formados por elementos prefabricados de hormigón aligerado y pretensado, por lo que su peso propio es menor. Las distintas piezas se unen entre sí poniendo hormigón en las juntas. Espesor de las placas: 15 a 18 cm; anchura: 1,20 m; longitud máxima: 7,35 m. Forjado mixto → (13). La plancha de acero de perfil trapezoidal con conectores verticales sirve de encofrado para el hormigón.



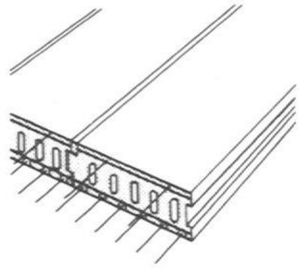
(3) Forjado prefabricado de hormigón armado y bovedillas



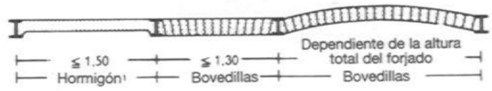
(4) Forjado semiprefabricado de nervios de hormigón armado y bovedillas



(5) Forjado de bovedillas cerámicas machihembradas con armaduras en los nervios



(6) Placas aligeradas de hormigón pretensado

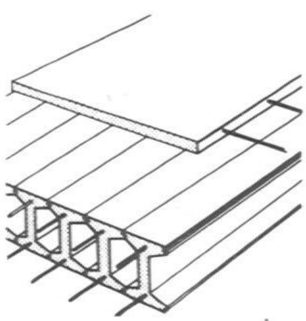


Hormigón celular; separación entre ejes ≦ 150 cm

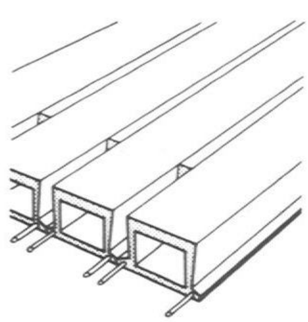
Bovedillas; separación entre ejes ≦ 130 cm

Bóveda (cúpula prusiana), separación entre ejes según el cálculo estructural ≈ 3 m.

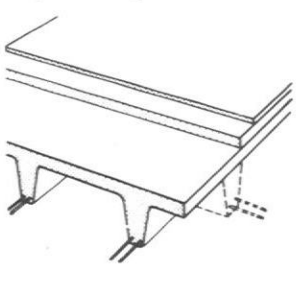
Forjado de viguetas de acero → (14)



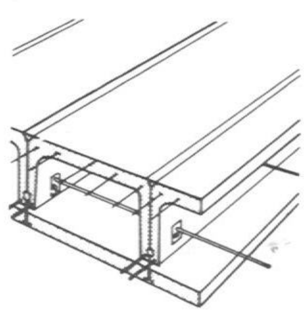
(7) Forjado de vigas I de hormigón armado



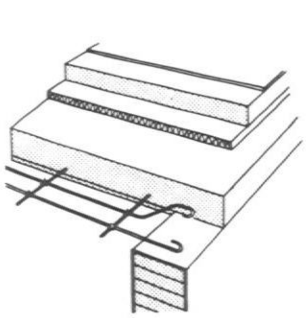
(8) Forjado de vigas aligeradas de hormigón armado



(9) Forjado nervado de hormigón armado fabricado *in situ*; separación entre nervios ≦ 70 cm; anchura de los nervios ≧ 5 cm



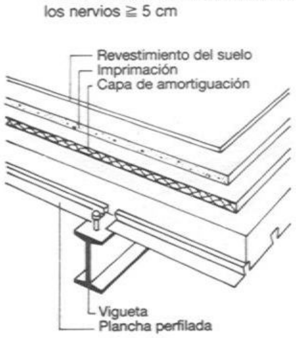
(10) Losa formada por nervios (vigas de hormigón armado) en forma de U atornillados entre sí y resistentes a la torsión



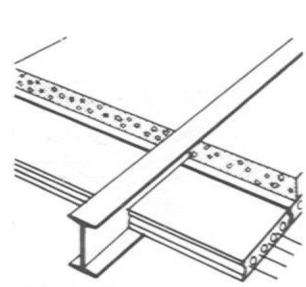
(11) Forjado de placas de hormigón armado, con armaduras en una o dos direcciones



(12) Losa

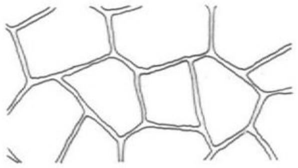


(13) Forjado mixto de acero y hormigón

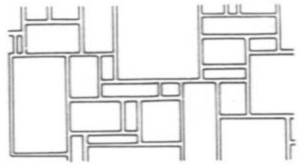


(14) Forjado de viguetas de acero laminado con relleno de placas de hormigón celular armado

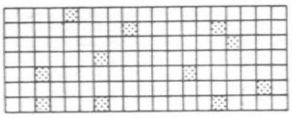
PAVIMENTOS



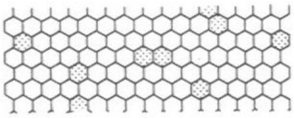
① Losetas de piedra natural colocadas irregularmente



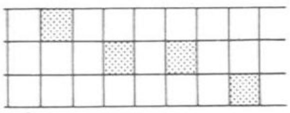
② Losetas de piedra natural con aparejo normal



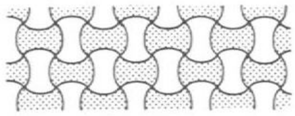
③ Baldosas pequeñas; piezas cuadradas de 20/20 o 33/33 mm



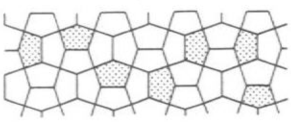
④ Baldosas pequeñas; piezas hexagonales de 25/39 o 50/60 mm



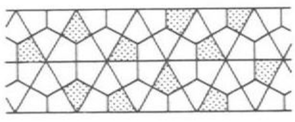
⑤ Baldosas grandes; piezas cuadradas de 50/50, 69/69 o 75/75 mm



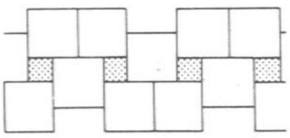
⑥ Baldosas pequeñas; piezas curvas de 35/35 o 48/48 mm



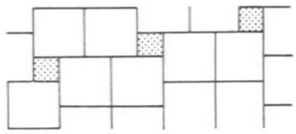
⑦ Baldosas pequeñas; piezas pentagonales de 45/32 mm



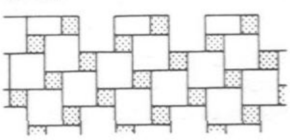
⑧ Baldosas pequeñas; piezas Essen de 57/80 mm



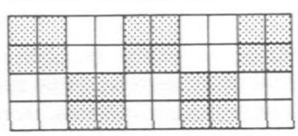
⑨ Piezas cuadradas con incrustaciones



⑩ Piezas cuadradas con incrustaciones; 100/100, 50/50 mm



⑪ Piezas cuadradas con incrustaciones desplazadas (olambrilla)



⑫ Piezas cuadradas formando un damero doble

Del pavimento depende en gran parte el efecto que produce un espacio, el coste de mantenimiento y su valor.

Pavimentos de piedra natural: las losetas de piedra caliza, arenisca o pizarra se pueden colocar sin pulir, semipulidas o pulidas. → ① – ② Las losetas aserradas de piedra caliza (mármol), de arenisca y de todas las piedras de origen volcánico, presentan superficies que se pueden labrar a voluntad. Colocación: sobre un lecho de mortero o encoladas sobre una capa de nivelación.

Pavimentos de baldosas: de piedra de diferentes colores. Material: vidrio, cerámica o piedra natural sobre mortero o encoladas. → ③ – ⑧

Pavimentos cerámicos: las losetas de piedra artificial, mosaicos, y gres, fabricadas a altas temperaturas apenas absorben el agua. Por este motivo, resisten perfectamente las heladas, en menor grado los ácidos, y apenas se desgastan mecánicamente, aunque no siempre resisten el aceite y las grasas.

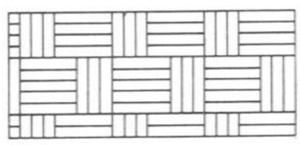
Parqué: de madera natural según DIN 18356 y 280, en forma de tablillas, tarimas, losetas y formas especiales para componer dibujos. → ⑰ – ㉒

La cara superior de los elementos de parqué prefabricado suele ser de madera de roble u otra madera de elevada dureza. → ⑰ – ⑱

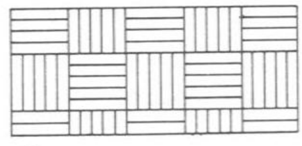
Tipos de madera para entarimados: picea alemana, abeto alemán.

Tarimas machihembradas: picea escandinava, abeto escandinavo, pino de Oregón.

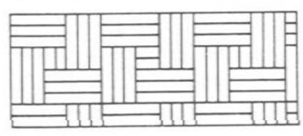
Parqué prefabricado: losetas cuadradas o rectangulares colocadas sobre una capa de hormigón de nivelación. → ⑲ – ⑳



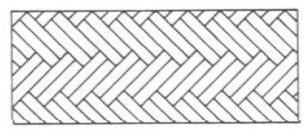
⑬ Parqué de mosaico



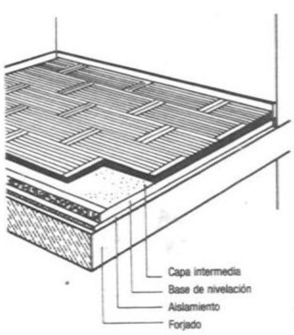
⑭ Dibujo trenzado



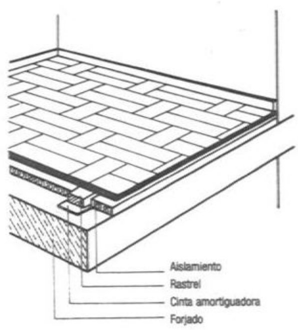
⑮ Parqué de mosaico



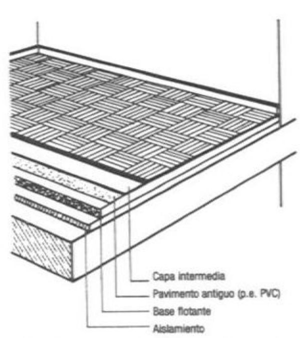
⑯ Dibujo en espina de pez



⑰ Elementos de un parqué prefabricado



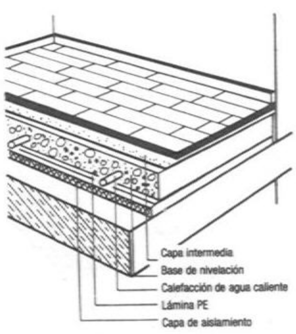
⑱ Elementos de un parqué prefabricado sobre rastreles



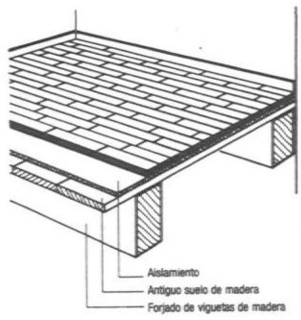
⑲ Elementos de un parqué prefabricado colocado sobre un pavimento antiguo



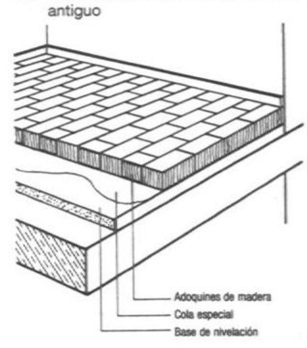
⑳ Elementos de un parqué prefabricado colocado sobre rastreles



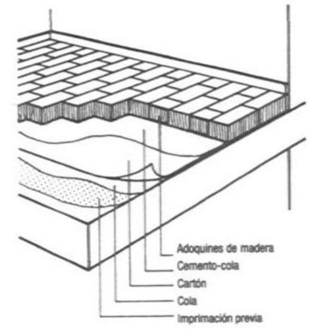
㉑ Elementos de un parqué prefabricado colocado sobre la calefacción



㉒ Elementos de un parqué prefabricado colocado sobre un antiguo pavimento de madera

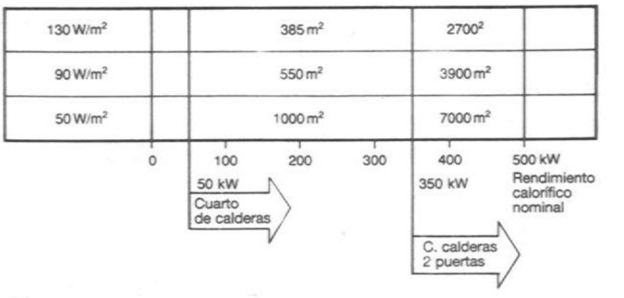


㉓ Adoquines de madera, colocados a tope, con tratamiento de la superficie

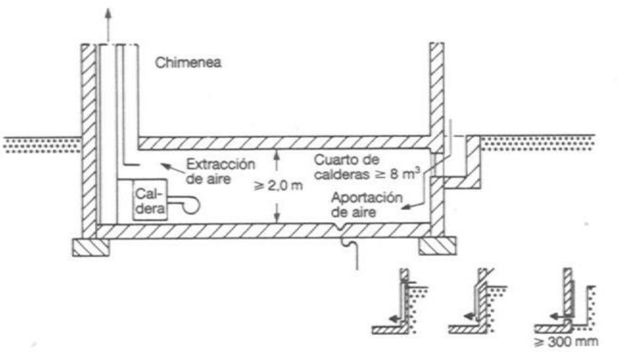


㉔ Adoquines de madera, colocados a tope, sobre una base de hormigón

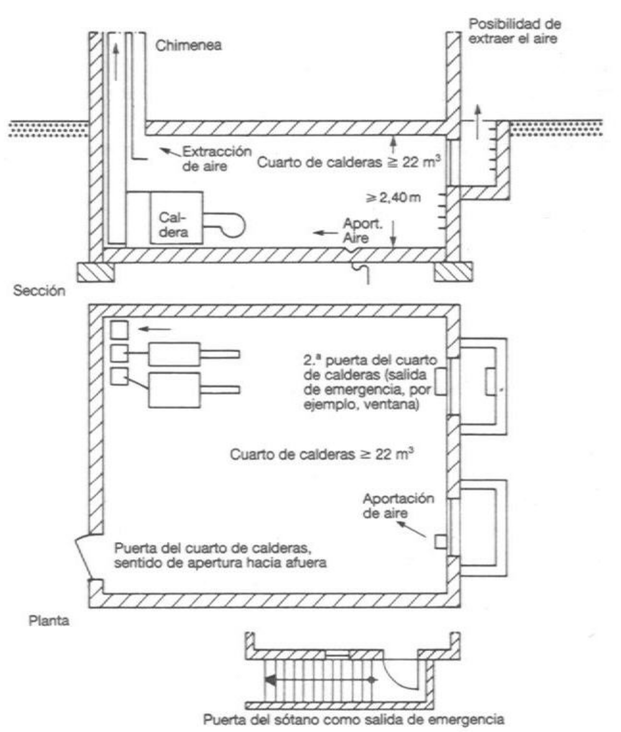
DIN 4701, 4705, 4725, 4755, 4756, 6608, 4108, 44576 → 📖



① Las calderas con un rendimiento superior a 50 kW necesitan un cuarto aparte



② Cuarto de calderas (superficie mínima 8 m³) necesario a partir de un rendimiento ≥ 50 kW



③ Cuarto de calderas con 2 puertas (superficie mínima 22 m³), necesario a partir de un rendimiento ≥ 350 kW

Las instalaciones de calefacción se diferencian entre sí, por la manera de transmitir la energía térmica y por el tipo de superficie de radiación.

Gas-oil: en la actualidad sigue siendo el combustible más utilizado en las instalaciones de calefacción.

Ventajas e inconvenientes del gas-oil: reducido coste del combustible (aprox. 10 al 25 % menos que el gas). Independiente de la red pública de aprovisionamiento, fácilmente regulable, en cambio los costos de almacenamiento y del depósito son elevados. En los edificios de viviendas de alquiler supone una pérdida del rendimiento de la renta debido al espacio que se ha de destinar al almacenamiento. En las zonas verdes protegidas y en las zonas con peligro de inundaciones sólo puede emplearse si la instalación cumple una estricta normativa. Elevada contaminación.

Gas natural: cada vez se emplea más como combustible de calefacción.

Ventajas e inconvenientes del gas natural: no hay costos de almacenamiento, mantenimiento reducido, fácilmente regulable, apto para calentar viviendas (incluso habitaciones) individualmente (termos a gas), contaminación reducida. Inconvenientes: dependencia de la red pública de aprovisionamiento, elevado coste de la energía, existe peligro de explosión. Al sustituir el gas-oil por gas natural en una instalación es imprescindible sanear la chimenea.

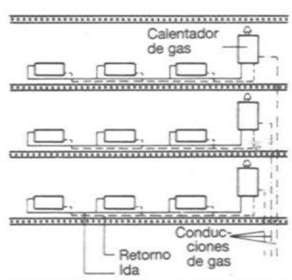
Combustibles sólidos: el carbón y la madera se utilizan cada vez menos como combustible de calefacción. La excepción la constituyen las estufas de fundición, ya que este tipo de calefacción es rentable económicamente a partir de un rendimiento determinado. Al ser altamente contaminantes, existen fuertes restricciones a su empleo.

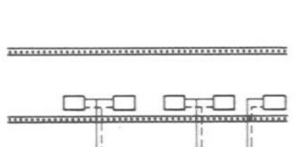
Ventajas de los combustibles sólidos: independencia de la importación de energía, reducido coste del combustible. Inconvenientes: gran consumo, es necesario destinar mucho espacio al almacenamiento, difícilmente regulable, elevado desprendimiento de materias nocivas.

Energías regenerables. A este grupo pertenecen: los rayos solares, la fuerza eólica, la fuerza del agua, la biomasa (plantas), las basuras (gas biológico). Como los costos de la instalación no pueden amortizarse dentro de la vida media del sistema, su demanda es escasa.

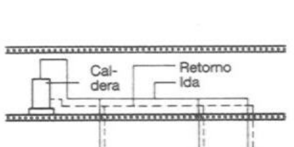
Calor a distancia: en oposición a los transmisores primarios de energía existen transmisores energéticos indirectos, en los que el calor se produce en estufas o centrales energéticas, donde se convierte la fuerza en calor.

Ventajas del calor a distancia: no se necesita un cuarto de caldera ni chimenea, no hay coste de almacenamiento, se puede emplear en zonas protegidas. Inconvenientes: dependencia de la red de aprovisionamiento, cambiar el sistema de calefacción exige construir una chimenea.

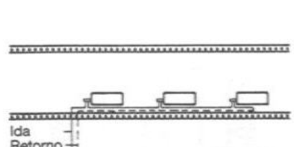




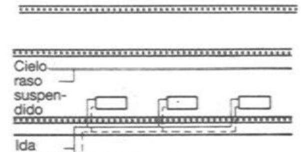
④ Sistema bitubular con anillo de reparto inferior y montantes verticales



⑤ Sistema bitubular con anillo de reparto sup. y montantes verticales

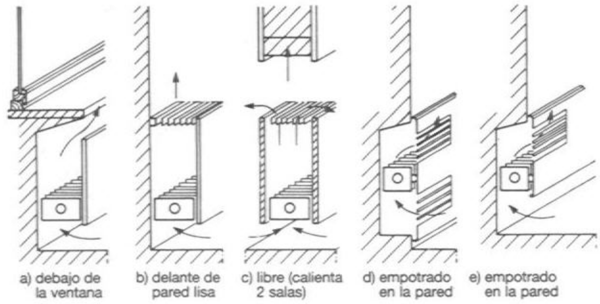


⑥ Sistema unitubular con válvulas especiales y reparto horizontal

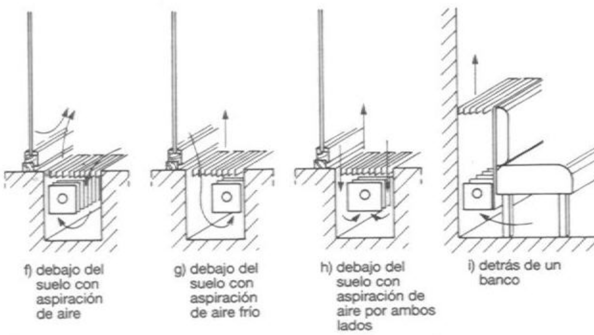


⑦ Sistema bitubular con reparto horizontal (sistema estándar utilizado en los edificios de oficinas)

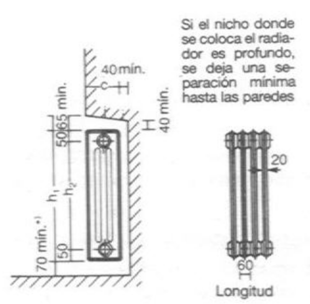
→ 📖



(1) Diferentes sistemas de montar convectores, según GEA



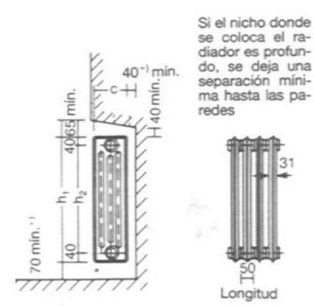
(2) Diferentes sistemas de montar convectores, según GEA



(3) Dimensiones de los radiadores de fundición, según DIN 4720

Altura h_1 en mm	Distancia entre el. h_2 en mm	Profundidad C en mm	Superf. por el. (m^2)
280	200	250	$0,18^5$
430	350	70 110 160 220	0,09 $0,12^8$ $0,18^5$ $0,25^5$
580	500	70 110 160 220	0,12 0,18 $0,25^2$ $0,34^5$
680	600	160	$0,30^6$
980	900	70 160 220	$0,20^5$ 0,44 0,58

(4) Dimensiones de los radiadores de fundición, según DIN 4720



(5) Dimensiones de radiadores de chapa de acero, según DIN 4722

Altura h_1 en mm	Distancia entre el. h_2 en mm	Profundidad C en mm	Superf. por el. (m^2)
300	200	250	0,16
450	350	160 220	$0,15^5$ 0,21
600	500	110 160 220	0,14 $0,20^5$ $0,28^5$
1000	900	110 160 220	0,24 $0,34^5$ 0,48

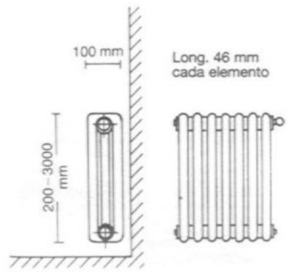
(6) Dimensiones de los radiadores de chapa de acero, según DIN 4722

Calefacción eléctrica. El uso continuo de corriente eléctrica, dejando aparte el almacenamiento de electricidad nocturna, sólo es posible en casos excepcionales debido al elevado precio de la electricidad. La calefacción eléctrica puede ser adecuada en espacios no utilizados de forma continuada como, por ejemplo, garajes, porterías, iglesias. Principales ventajas: empieza a calentar inmediatamente, funcionamiento limpio, no es necesario almacenar combustible, reducido coste de instalación, apenas necesita mantenimiento.

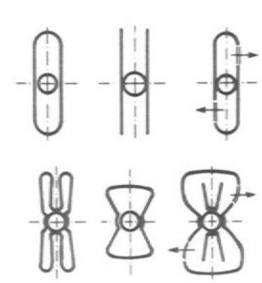
Almacenamiento de electricidad nocturna. En forma de calefacción radiante en el suelo, estufas eléctricas de fundición o calderas eléctricas. Se aprovechan las horas de menor demanda de consumo de electricidad. En los sistemas de suelos radiantes, el pavimento se calienta por la noche y durante el día se irradia el calor. En las estufas y calderas eléctricas, los elementos de almacenamiento se calientan igualmente durante las horas de menor consumo. Al contrario de lo que ocurre con los suelos radiantes, los dos últimos sistemas citados son regulables.

Ventajas del almacenamiento de electricidad. No se necesita ni una chimenea, ni un cuarto de calderas, no hay desprendimiento de gases de cumbustión, apenas ocupan sitio, los gastos de mantenimiento son muy reducidos.

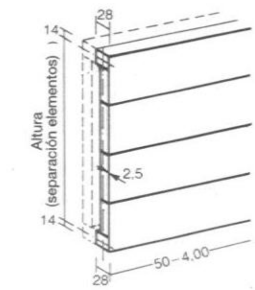
Convectores. En los convectores el calor no se transmite al aire por radiación, sino directamente. Por este motivo, los convectores pueden revestirse o empotrarse sin que eso disminuya su rendimiento. El inconveniente es la formación de remolinos de aire y polvo. El rendimiento de un convector depende de la altura libre existente sobre él. La aportación y extracción de aire a su alrededor se han de dimensionar cuidadosamente → (1). Convectores situados debajo del suelo → (2). Requisitos idénticos a los situados encima del suelo. La manera de colocar los convectores depende del porcentaje de calor que necesita la ventana respecto a toda la sala. La disposición → (2f) debería adoptarse cuando la proporción es mayor al 70 %, entre 20 y 70 % debería emplearse la disposición → (2h) y por debajo del 20 % la disposición → (2g). Los convectores sin ventilador no pueden emplearse en las instalaciones de baja temperatura, ya que su rendimiento depende de la convección del aire y por consiguiente de la diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura del radiador. Para elevar el rendimiento de los convectores que apenas tengan espacio libre sobre ellos (situados en el suelo) se pueden colocar ventiladores. En las viviendas, el empleo de convectores con ventilador es limitado debido a las condiciones de utilización → (1). Los radiadores pueden revestirse de diferentes maneras, aunque la pérdida de eficacia puede llegar a ser importante. Vigilar que no se reduzcan las posibilidades de limpieza. Los revestimientos metálicos vuelven a transmitir al aire prácticamente todo el calor que absorben, en los materiales con menos conductividad térmica, el calor que vuelve a irradiarse es bastante menor. En → p. 95 (2) se indica el movimiento del aire en una sala con calefacción. El aire se caliente junto al radiador, asciende cerca de la ventana hasta el techo y desciende por el lado opuesto, enfriándose a lo largo del recorrido por el suelo. Si el radiador se coloca en la pared opuesta a la ventana, el aire se moverá en sentido inverso → p. 95.



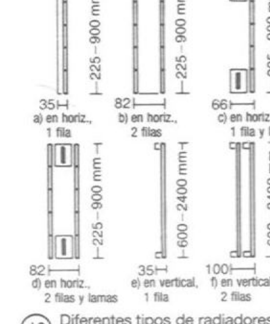
(7) Radiadores tubulares (3 tubos)



(8) Diferentes formas de recubrir los tubos de agua de los radiadores tubulares



(9) Sección de un radiador plano



(10) Diferentes tipos de radiadores planos

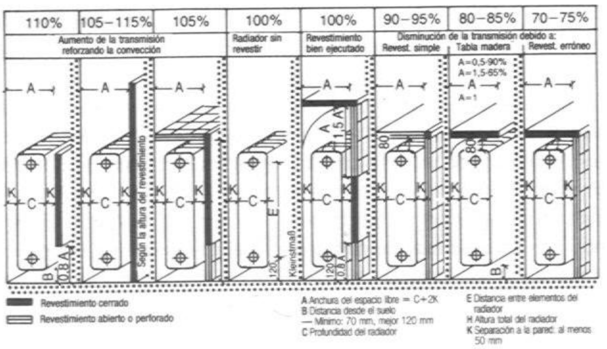
Una tercera posibilidad consiste en utilizar el suelo para calentar un espacio, en lugar de colocar radiadores. Con este sistema se consigue calentar el aire de manera uniforme. Sólo si existen grandes ventanales surgen problemas, que pueden resolverse colocando radiadores complementarios, por ejemplo, convectores situados debajo del suelo.

Sobre el problema de la alergia al polvo en salas con calefacción. Hasta ahora no se había prestado atención a las medidas para evitar las alergias al polvo y a los ácaros. Los radiadores con un elevado porcentaje de convección levantan el polvo ambiental, que entra en contacto con las mucosas con mayor facilidad; además, los radiadores con lamas de convección sólo pueden limpiarse parcialmente. Por consiguiente es preferible emplear radiadores que tengan las siguientes características: bajo porcentaje de convección y posibilidad de que puedan limpiarse por completo. Estas condiciones se cumplen en las placas de una sola capa sin lamas de convección y en los radiadores de elementos articulados.

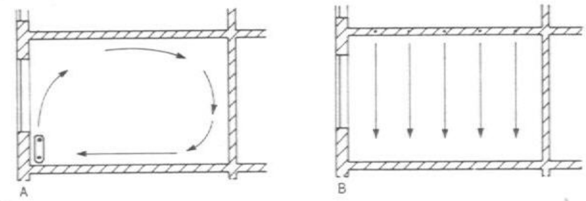
Almacenamiento de gas-oil. La cantidad de gas-oil almacenado debería ser suficiente para tres meses como mínimo y para un invierno entero como máximo. La cantidad promedio de gas-oil necesaria para todo un invierno está comprendida entre 6 y 10 litros por cada m^3 de espacio. En el cuarto de la caldera se pueden almacenar como máximo 5 m^3. Los depósitos han de estar situados en un contenedor de seguridad con capacidad para toda la cantidad almacenada. Los depósitos situados a nivel del suelo han de cumplir ciertas medidas de seguridad, por ejemplo, tanques de doble pared o con un revestimiento sintético. En las zonas protegidas existen prescripciones de seguridad adicionales y ciertas limitaciones a la cantidad que puede almacenarse. En el interior de los edificios suelen instalarse baterías de tanques de plástico con una capacidad cada uno de 500 a 2000 litros o tanques de acero que se sueldan *in situ* y cuyo tamaño se puede fijar a voluntad.
Se ha de controlar la estanquidad del tanque a intervalos regulares. También en este caso, el cuarto donde se encuentre el tanque ha de ser capaz de recoger todo el gas-oil almacenado. Los tanques o baterías de tanques han de tener conductos de ventilación, medidas para evitar que se llenen demasiado y, según el tipo de almacenamiento, una alarma de vertido (sobre todo, cuando los tanques se empotran en el suelo).

Las calefacciones de superficie ocupan una parte importante de las superficies perimetrales del espacio a calentar y funcionan a una temperatura relativamente baja.
Tipos de calefacción de superficie: en el suelo, en el techo y en la pared.

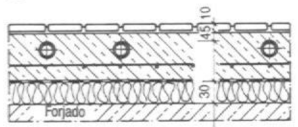
Calefacción en el suelo. Cuando la calefacción se sitúa en el suelo, el calor se transmite a través de la superficie del pavimento tanto al aire, como a las paredes y al techo. La transmisión de calor al aire se realiza por convección, es decir, por el movimiento del aire junto a la superficie del pavimento. En cambio, la transmisión a las paredes y al techo se efectúa por radiación. El rendimiento varía en función del tipo de pavimento entre 70 y 100 W/m^2. Puede instalarse prácticamente en cualquier clase de pavimento convencional de cerámica, madera o textil; de todas maneras la resistencia térmica no debería ser superior a 0,15 m^2 k/W.



(1) Variación de la radiación térmica según el tipo de revestimiento de los radiadores.

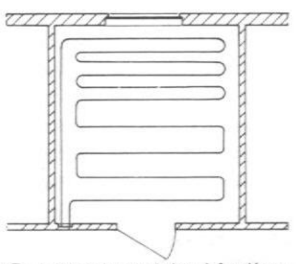


(2) Movimiento del aire: A (radiadores), B (calefacción en el techo)

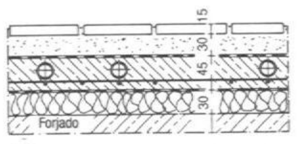


(3) Calefacción en el suelo (colocación en húmedo)

Orden de las capas de arriba abajo:
— Baldosas de 10 mm de espesor
— Capa de mortero, al menos 45 mm por encima de los tubos
— Soporte de los tubos de calefacción (Ø 3,5 mm)
— Lámina PE, 0,2 mm
— Aislamiento PST 33/30

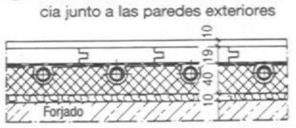


(7) Los conductos de la calefacción en el techo se colocan a menor distancia junto a las paredes exteriores



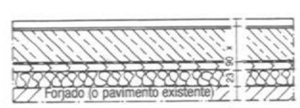
(4) Calefacción en el suelo

Orden de las capas de arriba abajo:
— Losetas de 15 mm de espesor
— Capa de mortero de 30 mm
— Lámina de deslizamiento, 0,3 mm
— Capa de mortero, 45 mm
— Soporte de los tubos de calefacción
— Lámina PE, 0,2 mm
— Aislamiento PST 33/30



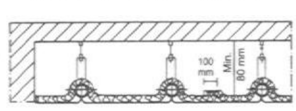
(8) Calefacción en el suelo (colocación en seco)

Orden de las capas de arriba a abajo:
— Losetas de 10 mm encoladas o moqueta
— Planchas colocadas en seco de 19 mm de espesor
— Lámina PE de 0,2 mm
— Lamas Aluleit
— Poliestireno con pasatubos, 40 mm para los tubos de calefacción
— Plancha de virutas minerales 13/10 como aislamiento ante el ruido de impacto (si es necesario)

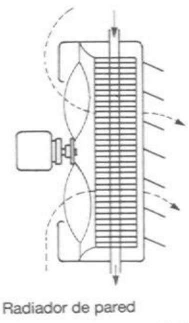


(5) Calefacción en el suelo (Módulos de calor)

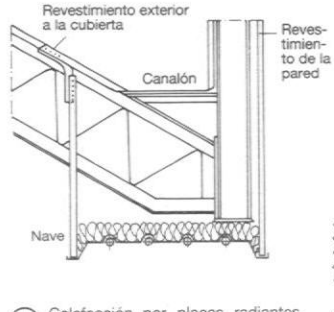
— De arriba abajo:
— Pavimento construido in situ con soporte de altura variable para los tubos de calefacción
— Lámina PE
— Módulo de calor con revestimiento aislante



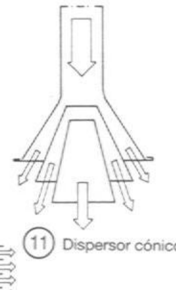
(6) Calefacción en el techo con casetones de aluminio



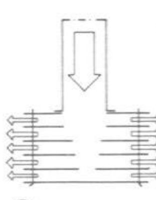
(10) Radiador de pared



(9) Calefacción por placas radiantes (Sunstrip)



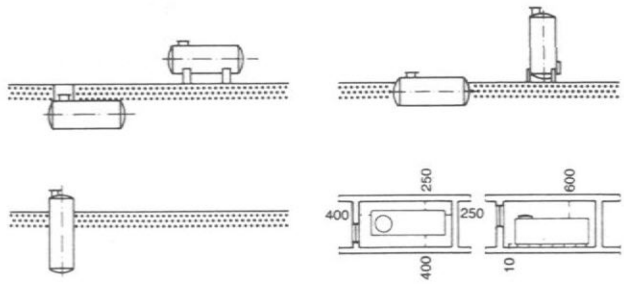
(11) Dispersor cónico



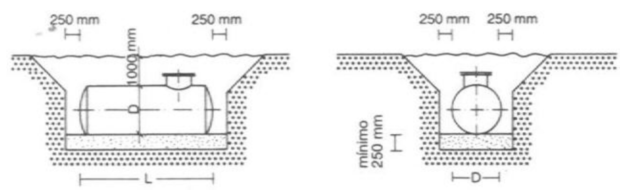
(12) Planchas de dispersión de aire



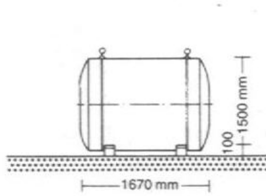
(13) Curvas de temperatura ambiente para la valoración fisiológica del sistema de calefacción.



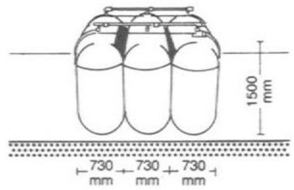
① Colocación de los contenedores de gas-oil



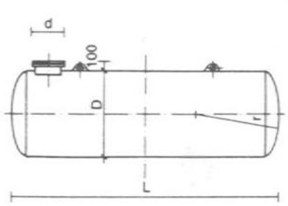
② Zanjas excavadas en el suelo para instalar contenedores de gas-oil



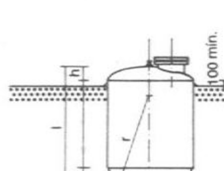
③ Contenedores de nylon (poliamida) en batería (Alzado lateral)



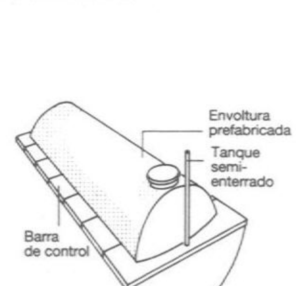
④ Contenedores de nylon en batería → ③ (Cómo máximo 5 contenedores)



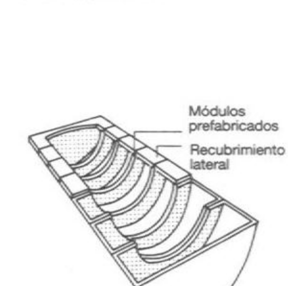
⑤ Tanque para almacenar gas-oil (Alzado lateral)



⑥ Tanque para almacenar gas-oil (Alzado anterior)



⑦ Tanque semienterrado



⑧ Artesa prefabricada de protección para tanques de gas-oil

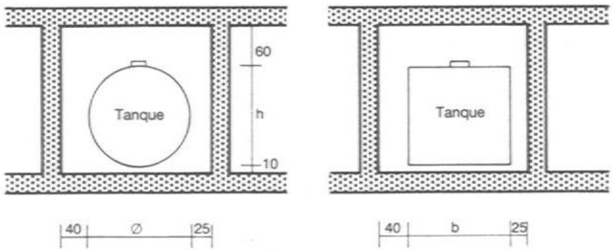
El pavimento colocado encima de las tuberías de calefacción ha de ajustarse a la norma DIN 18560. El espesor del pavimento depende del tipo, de su manipulación y de las tensiones a que esté sometido. Si la base se realiza con cemento NR 20 y los tubos de calefacción se colocan directamente encima del aislamiento térmico, los tubos se han de recubrir al menos 45 mm. Sin el pavimento resulta un espesor total de 75 mm. El pavimento se dilata al poner en marcha la calefacción, por lo que aparecen diferencias de temperatura entre la cara inferior y superior del suelo. En los pavimentos cerámicos, a causa de las dilataciones diferenciales, aparecen tensiones de tracción en la cara superior del pavimento, que sólo pueden absorberse por refuerzos situados sobre él. En los suelos con parqué o moqueta puede prescindirse del refuerzo, ya que la diferencia de temperaturas entre la cara superior e inferior del pavimento es menor que en el caso de pavimentos cerámicos. En la normativa sobre aislamiento térmico se fijan determinados límites a la conductividad térmica en las instalaciones de calefacción de superficie, con independencia del tipo de aislamiento térmico empleado: «en las calefacciones de superficie el coeficiente de conductividad térmica de las capas existentes entre la superficie de calefacción y el aire exterior, el terreno u otros elementos del edificio, con una temperatura interior considerablemente inferior, no puede sobrepasar el valor 0,45 W/m^2». En la norma DIN 4725 se enumeran las temperaturas máximas admitidas en la cara exterior del pavimento situado sobre una calefacción por agua caliente: en los ámbitos de estancia, 29 °C; en la zona perimetral (que no puede tener una anchura mayor a 1 m), 35 °C. En los baños, estos valores pueden incrementarse en 9°. Por lo general es posible cumplir estos requisitos, ya que la necesidad de calor pocas veces es superior a 90 W/m^2. Sólo en algunos casos, por ejemplo, si existen grandes ventanales o cuando más de dos paredes dan al exterior, se supera este valor, por lo que la calefacción instalada en el suelo se ha de complementar con otras superficies de calefacción, o con un sistema de calefacción por aire.

Capac. nominal V en litros (dm^3) DIN	(antes)	Dimensiones máximas en mm longitud l	(antes)	profund. p	masa m (con accesorios) en kg
1000	(1100)	1100	(1100)	720	≈ 30–50 kg
1500	(1600)	1650	(1720)	720	≈ 40–60 kg
2000		2150		720	≈ 50–80 kg

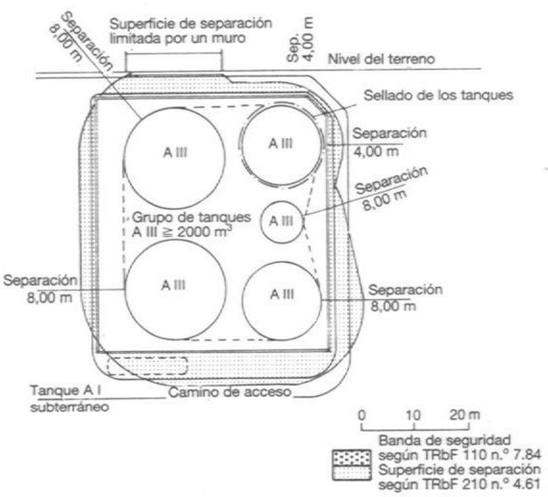
⑨ Dimensiones de las baterías de tanques (Baterías de contenedores) de plástico

Capac. mín. V en m^3	Dimensiones en mm (mínimas)					Peso en kg de			
	Diámetro exterior d_1	Longitud l	Espes. plancha 1.ª pared	Espes. plancha cada p. adic.	costillas LW	1,1 1 pared	1,2 A/C	B	
1	1000	1510	5	3	-	265	-	-	
3	1250	2740	5	3	-	325	-	-	
5	1600	2820	5	3	500	700	700	790	
7	1600	3740	5	3	500	885	930	980	
10	1600	5350	5	3	500	1200	1250	1300	
16	1600	8570	5	3	500	1800	1850	1900	
20	2000	6969	6	3	600	2300	2400	2450	
25	2000	8540	6	3	600	2750	2850	2900	
30	2000	10120	6	3	600	3300	3400	3450	
40	2500	8800	7	4(5)	600	4200	4400	4450	
50	2500	10800	7	4	600	5100	5300	5350	
60	2500	12800	7	4	600	6100	6300	6350	
						Peso en kg de			
						1,3 A	B	2,1	2,2 B
1,7	1250	1590	5	-	500	-	-	-	390
2,8	1600	1670	5	-	500	-	-	-	390
3,8	1600	2130	5	-	500	-	-	-	600
5	1600	2820	5	3	500	700	745	-	740
6	2000	2220	5	-	500	-	-	-	930
7	1600	3740	5	3	500	885	930	935	-
10	1600	5350	5	3	500	1250	1250	1250	-
16	1600	8570	5	3	500	1800	1950	1850	-
20	2000	6960	6	3	600	2300	2350	2350	-
25	2000	8540	6	3	600	2750	2800	2800	-
30	2000	10120	6	3	600	3300	3350	-	-
	2500	6665	7	-	600	-	-	3350	-
40	2500	8800	7	4	600	4200	4250	4250	-
50	2500	10800	7	4	600	5100	5150	-	-
	2900	8400	9	-	600	-	-	6150	-
60	2500	12800	7	4	600	6100	6150	-	-
	2900	9585	9	-	600	-	-	6900	-

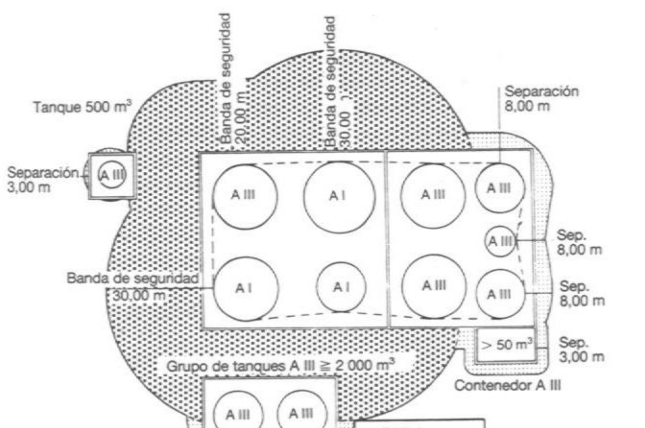
⑩ Dimensiones de los tanques cilíndricos de gas-oil (contenedores) ⑤



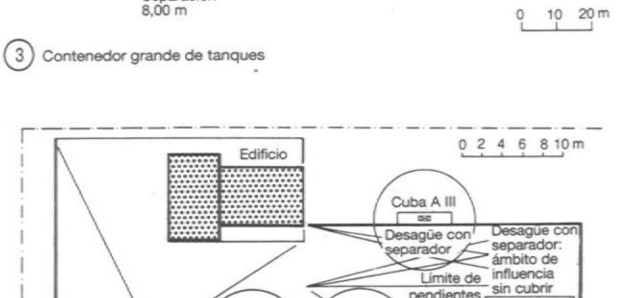
(1) Cuartos para tanques de fuel-oil



(2) Contenedor pequeño de tanques



(3) Contenedor grande de tanques



(4) Instalación de grandes cubas

Los cuartos donde se coloquen tanques para almacenar combustibles líquidos han de estar construidos de manera que si se produce una fuga del combustible almacenado, el contenido del tanque no pueda extenderse más allá del cuarto. Su capacidad debe ser, como mínino, el 1/10 del volumen total de todos los tanques y no inferior a la capacidad del tanque mayor.

Tanques en cuartos: es necesario destinar un cuarto especial a los tanques a partir de un volumen de 450 l. Puede prescindirse de un cuarto especial si los tanques son de acero con doble pared, hasta un volumen de 100 000 l y con alarma de fuga, si son de plástico reforzado con fibra de vidrio, o si son tanques metálicos con un revestimiento plástico.

Los cuartos para tanques han de ejecutarse con materiales incombustibles, de suficiente resistencia y estanquidad, y no pueden tener ningún sumidero. Los tanques han de situarse como mínimo a 40 cm de las paredes o a 25 cm si son accesibles por ambos lados, a 10 cm del suelo y a 60 cm del techo. → (1)

Grado de peligrosidad:

A	Punto de inflamación por debajo de	100 °C
AI	Punto de inflamación por debajo de	21 °C
AII	Punto de inflamación entre	21 y 55 °C
AIII	Punto de inflamación entre	55 y 100 °C
B	Punto de inflamación por debajo de Soluble en agua	21 °C a 15 °C

Tanques en el exterior encima del suelo: es necesario construir una caseta a partir de un volumen de 1000 l. Para los tanques con un volumen superior a 100 m³ las paredes o el revestimiento exterior han de guardar una separación mínima de 1,5 m; en el caso de tanques cilíndricos de hasta 2000 m³ de volumen colocados verticalmente, la separación puede disminuirse hasta 1 m en las casetas rectangulares. Se han de prever dispositivos para impedir la entrada de agua.

Cuando el agua pueda desaguar libremente se han de colocar separadores. Los elementos de la instalación colocados por encima del terreno han de estar protegidos. Separación mínima entre tanques de más de 500 m³ de volumen: 3 m; a mayor volumen, esta distancia ha de incrementarse hasta alcanzar 8 m para los tanques de 2000 m³ de volumen. Para combatir un posible incendio se han de prever accesos para los bomberos. → (2) – (3)

Tanques enterrados: distancia mínima entre los tanques y los límites de la parcela, 0,4 m, 1 m del edificio más próximo. Anclajes en el subsuelo para evitar el empuje ascendente de los tanques vacíos en caso de subir el nivel freático. Cubrimiento de los tanques, mínimo 0,3 m y máximo 1 m. Registros de entrada ∅ 60 cm, encima de cada uno se ha de colocar una cúpula sin desagüe de al menos 1 m de longitud libre y 0,2 m más ancho que el registro de la cúpula, que ha de soportar al menos 100 kN en las zonas de tráfico.

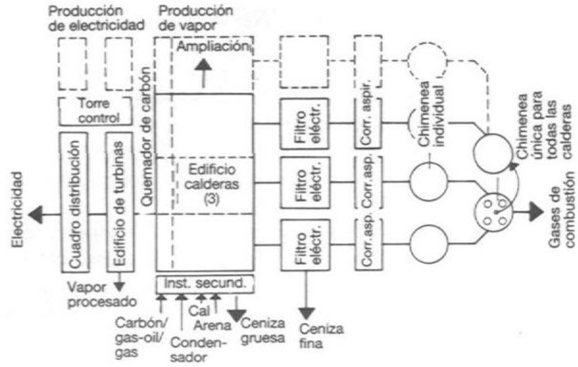
Los lugares de llenado han de cumplir los requisitos establecidos en la norma sobre combustibles líquidos de las clases AI, AII o B. El suelo ha de ser de material bituminoso, hormigón o adoquines con la junta sellada. Son necesarios desagües con separador, válvulas de seguridad en los rebosaderos y un sistema de vaciado y limpieza de los tanques.

Los tanques para el aprovisionamiento de calderas y motores con combustibles líquidos de la clase A III, por ejemplo, fuel-oil de calefacción y gasóleo para vehículos diesel, no pueden almacenarse junto con los de las clases AI, AII o B. Tampoco pueden superponerse los ámbitos de influencia y los separadores. → (4)

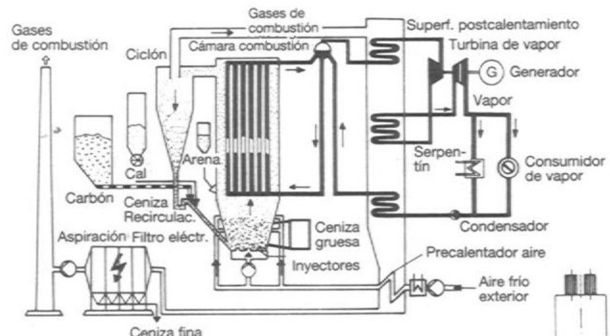
Todos los tanques necesitan:

Conductos de extracción e impulsión que expulsen el aire al menos 50 cm por encima de la cúpula, o del suelo, en el caso de los tanques enterrados; se han de impermeabilizar frente al agua de lluvia. Dispositivo para comprobar la cantidad almacenada en el tanque. Registro de acceso al interior de al menos 600 mm de paso libre o registros de inspección visual de al menos 120 mm de diámetro. Seguridad contra los rayos y carga electrostática. Capacidad de resistencia frente a las llamas, corrosión interior y exterior; extintores del tipo correspondiente. Los tanques para gasóleo de automoción o fuel-oil de calefacción de más de 1000 l de volumen han de tener válvulas de seguridad para evitar que rebosen.

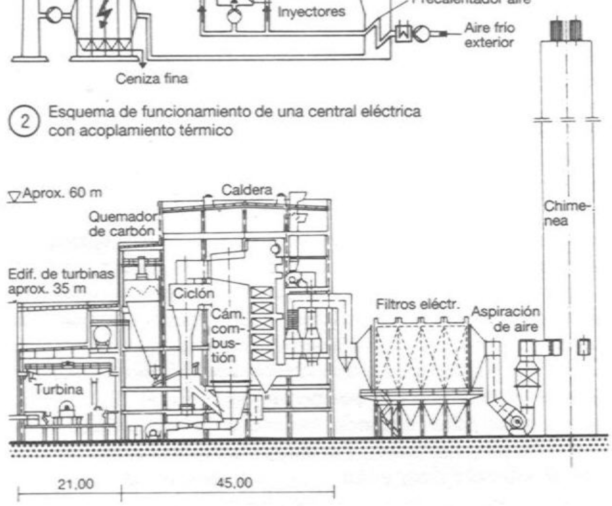
→ 🕮



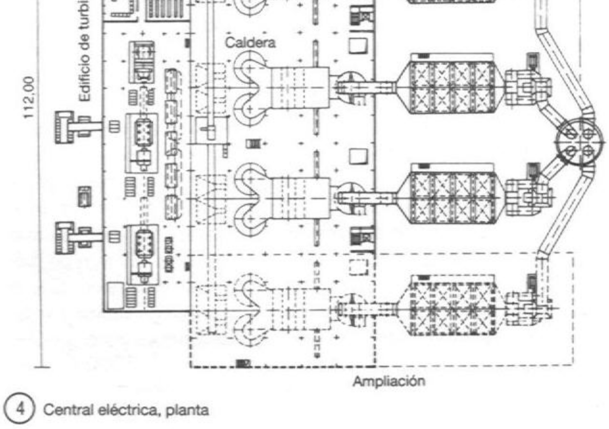
(1) Esquema de una central eléctrica



(2) Esquema de funcionamiento de una central eléctrica con acoplamiento térmico



(3) Central eléctrica, sección → (4)

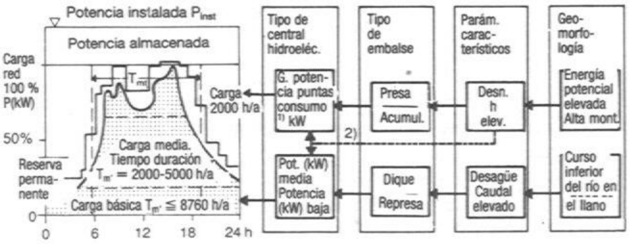


(4) Central eléctrica, planta

Central eléctrica con combustión por remolinos estratificados.
El objetivo de las centrales eléctricas es producir corriente eléctrica, vapor o agua caliente de una manera segura y ecológica. En las centrales eléctricas que utilizan carbón como combustible, se ha impuesto, a lo largo de los años ochenta y no sin dificultades, la combustión por remolinos estratificados, junto a otras técnicas como la combustión de polvo y óxidos, etc. Se han puesto en marcha diferentes métodos estacionarios o circulantes. Dadas las exigencias cada vez mayores de protección del medio ambiente, la tendencia predominante se encamina a perfeccionar la técnica circulante de la combustión por remolinos estratificados, tanto a presión atmosférica, como a mayor presión.
→ (1) Se han representado esquemáticamente las partes esenciales y los flujos más importantes. El elemento principal de la instalación es la producción de vapor en un edificio con varias calderas, un quemador de carbón, varios almacenes pequeños situados junto a las instalaciones auxiliares, filtros eléctricos, corrientes de aspiración y chimeneas. El segundo elemento es la producción de electricidad en el edificio de turbinas con un repartidor de vapor, un cuadro de distribución con transformadores, la distribución de electricidad y las instalaciones eléctricas de regulación y medición. La supervisión y mando de todos los sistemas se realiza desde un puesto de control central.
Los materiales más importantes son:

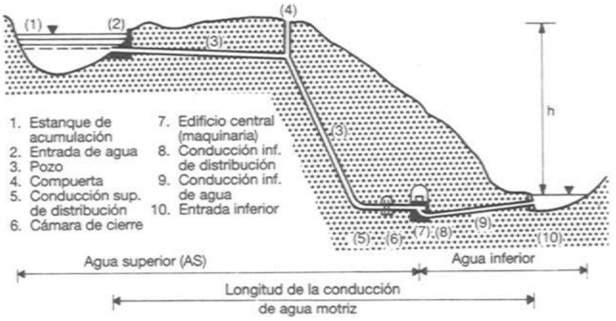
a) productos de entrada: carbón, gas-oil o gas, cal, arena y condensador.
b) productos de salida: electricidad, vapor, ceniza y gases de combustión.
c) productos internos: agua de refrigeración.

El almacenamiento de los productos sólidos y líquidos se realiza en los edificios auxiliares, desde donde se suministran directamente a cada uno de los puntos de consumo en el interior de la central.
→ (2) Se ha representado el esquema de funcionamiento de una central con combustión por remolinos estratificados y acoplamiento térmico. El funcionamiento es similar al de una central eléctrica industrial o de calefacción.
El combustible, carbón, se aporta mecánicamente a la ceniza caliente en el circuito de recirculación, con lo que llega a la parte interior de la cámara de combustión. La combustión completa se consigue a una temperatura entre 800 y 900 °C. El aire de combustión necesario se aspira del edificio de calderas o del exterior, se aumenta su temperatura en los precalentadores y se conduce a continuación a la cámara de combustión en forma de aire primario, a través de unos inyectores situados en el suelo y, como aire secundario, a través de otros inyectores situados a diferentes niveles en las paredes. Durante la combustión se producen gases calientes; la ceniza existente en la cámara de combustión recoge, mediante un movimiento de ascensión en remolinos, una parte importante del calor de combustión y es arrastrada por los gases de combustión, cediendo calor a las superficies del serpentín hasta la entrada en el ciclón.
En el ciclón se separan las partículas sólidas de la mezcla de ceniza y gases de combustión y se vuelven a conducir a la cámara de combustión a través del circuito de recirculación. Los gases de combustión calientes se enfrían en las superficies de precalentamiento y, según cuál sea la temperatura, se sobrecalienta el vapor a presión elevada y se calienta el condensador y el aire de combustión. Los gases de combustión se limpian de polvo en el filtro eléctrico a unos 140 °C y se conducen al exterior a través de una o varias chimeneas.
Para evitar la liberación de azufre a la atmósfera se aporta cal a la cámara de combustión en cantidades dosificadas; a las partículas sólidas del circuito de recirculación se les aporta arena.
El vapor producido a alta presión se descomprime en una turbina de vapor hasta que puede volver a procesarse; la energía se transforma en fuerza en la turbina y en electricidad en el generador. El vapor procesado se emplea para producir el agua caliente necesaria para el secado y las reacciones químicas; el vapor cede calor fundamentalmente por condensación: el agua condensada se recoge, se limpia y se vuelve a conducir a la caldera.
→ (3) Muestra la sección y → (4) la planta de una central eléctrica con las dimensiones de los elementos más importantes. Las medidas valen para una central eléctrica industrial de tipo medio, formada por 3 calderas con una producción de 200 t/h de vapor en cada una de ellas. Al integrar nuevos equipos en una central eléctrica ya existente es necesario una puesta en marcha escalonada; la planificación de nuevas centrales ha de tener en cuenta la posibilidad de realizar ampliaciones sin interrumpir el funcionamiento de las instalaciones existentes.

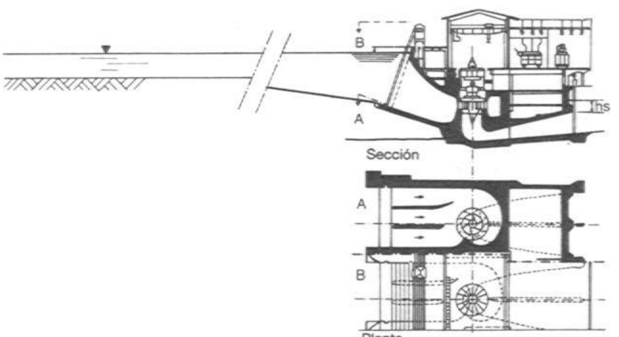


1) También centrales de almacenamiento por bombeo
2) Centrales de alta presión (sin almacenamiento)

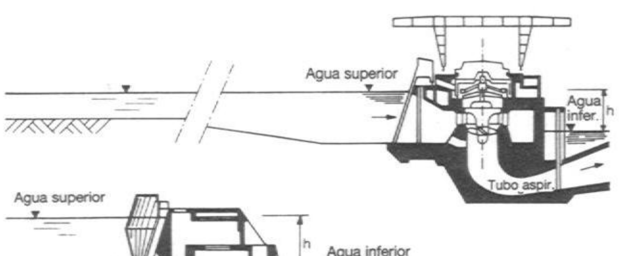
(1) Tipos de centrales hidroeléctricas en función de la carga en la red



(2) Central hidroeléctrica con acumulador elevado y conducción del agua motriz (subterránea)



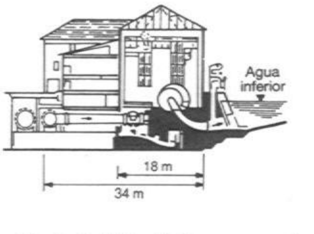
(3) Central hidroeléctrica con turbina helicoidal de eje vertical



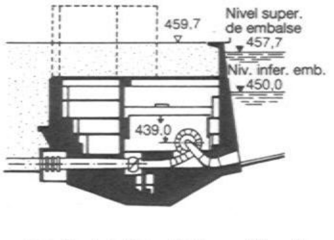


(4) Central hidroeléctrica con turbina tubular inclinada y espolón

(5) Central hidroeléctrica con turbina Kaplan vertical, edificación aislada



(6) Central hidroeléctrica con nave de máquinas



(7) Central hidroeléctrica, edificación adosada a la presa

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

→ 📖

El tipo constructivo, tamaño y forma de las centrales hidroeléctricas, depende tanto de las condiciones topográficas como del número y características de las turbinas. Cuanto menor sea la maquinaria, menos condicionará la edificación.

Tipo de **turbina**	Campo de aplicación
Turbina Pelton	Grandes desniveles (hasta 1820 m) con caudales reducidos, no apropiada para grandes caudales
Turbina Francis	desniveles de tipo medio (entre 50 y 670 m) con grandes caudales
Turbina Kaplan	pequeños desniveles (máximo 70 m) con grandes caudales de frecuencia variable
Turbina Ossberger	Para potencias reducidas (máximo 800 kW) Para desniveles y caudales muy variables

Dentro de cada grupo, las turbinas se diferencian entre sí por el número de revoluciones.

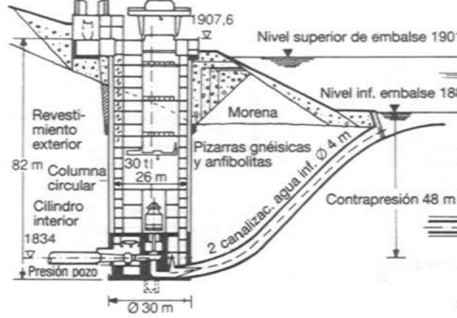
Las **bombas** de las centrales hidroeléctricas que aprovechan el excedente de energía eléctrica (generalmente equipadas con turbinas Francis), para almacenar energía potencial hidráulica, son del tipo centrífugo y pueden instalarse en serie para poder superar grandes desniveles. La combinación de turbinas y bombas es una máquina reversible que puede funcionar como turbina o como bomba.

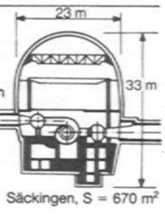
Edificación: en las centrales con turbinas Francis o Kaplan, el agua se suele canalizar a través de conductos helicoidales, mientras que en las centrales de escasa potencia, situadas junto a un pequeño desnivel, el agua que acciona la rueda motriz puede fluir desde un pozo. En las turbinas Kaplan de potencia media se ha impuesto la turbina tubular, en la que la rueda motriz, en forma de hélice de barco, está alojada en un tubo cilíndrico. En las centrales con turbinas de caída libre la edificación ha de impedir, o estar protegida, contra las salpicaduras del agua de impulsión. **Posición del eje** de las turbinas: en vertical, en horizontal o en diagonal.

Número de turbinas: la optimización de la central implica repartir la potencia instalada entre turbinas de igual tamaño. Cada turbina, junto con sus elementos auxiliares, se aloja en un bloque, cuyas dimensiones dependen directamente de la forma y diámetro de la rueda motriz → (4) → (9). Los costes de la construcción dependen directamente de la altura a la que tengan que situarse las turbinas para que funcionen correctamente; también dependen del tipo de turbina elegido y de la altura respecto al nivel del mar.

El conjunto de **central** se compone de los bloques de maquinaria, del bloque de montaje, igual de grande en planta, y de las salas auxiliares de servicios que se agrupan a su alrededor, lo más cerca posible.

Tipos constructivos: el conjunto de la edificación construida puede consistir fundamentalmente, o bien en una nave con un puente grúa en el interior, de suficiente potencia como para mover los elementos más pesados de la maquinaria (edificación en altura) (centrales junto a los ríos Weser y Main), o bien en un edificio con una grúa móvil en el exterior que mueve los mayores componentes de la maquinaria a través de huecos de montaje practicados en la cubierta (centrales junto a los ríos Inn, Mosela y Saar). Ordenar la maquinaria en profundidad —sobre todo en las centrales con bombas de almacenamiento y presión elevada— obliga a extender la edificación en horizontal (turbinas en posición horizontal), o a construir pozos (turbinas en posición vertical). En las centrales subterráneas, los generadores de electricidad se instalan en un espacio excavado o dinamitado, en un subsuelo rocoso.





(8) Central hidroeléctrica tipo pozo

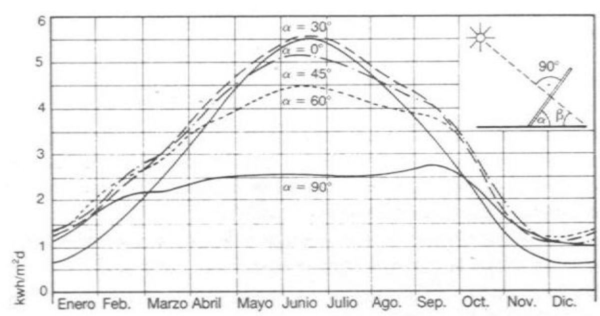
(9) Central hidroeléctrica subterránea

Calefacción Ventilación

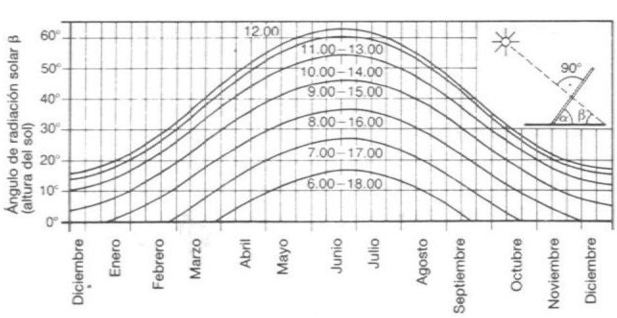
→ 📖



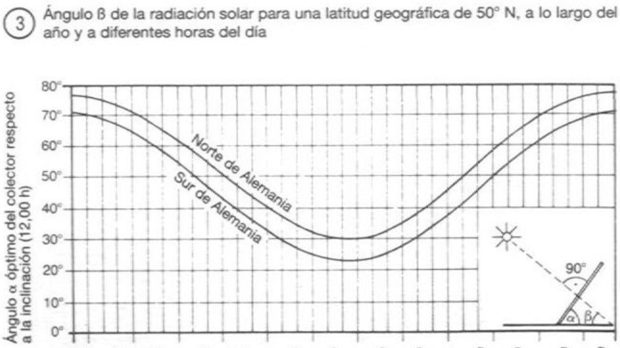
① Radiación solar/
Horas de asoleo en Alemania



② Radiación efectiva total, según el ángulo de los colectores
(Valores medios para Alemania según el Servicio Metereológico Federal)



③ Ángulo ß de la radiación solar para una latitud geográfica de 50° N, a lo largo del año y a diferentes horas del día

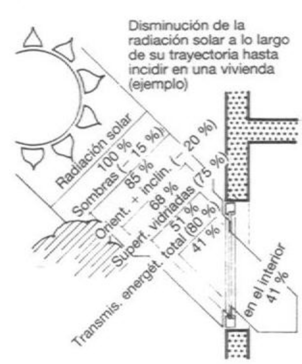


④ Variación anual del ángulo α óptimo, en Alemania

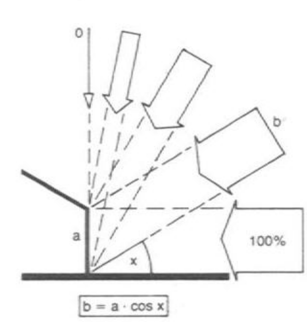
Fueron sobre todo motivos económicos los que movieron a los arquitectos y constructores a buscar energías alternativas a las fuentes energéticas convencionales.
En la actualidad, se han añadido además motivos ecológicos.
Mediante un tipo de construcción adecuado a las necesidades energéticas de un edificio de viviendas, el consumo de energía puede reducirse hasta casi un 50 %.

Balance energético de los edificios
Ganancias de energía: la fuente energética está a libre disposición de todos los edificios. Sin embargo, en nuestra región climática (Alemania) la radiación solar es tan escasa que se han de emplear además otras energías para calentar el ambiente interior, conseguir agua caliente, iluminar el espacio y poner en marcha los aparatos eléctricos.
Pérdidas de energía: las mayores pérdidas energéticas de un edificio se producen por la transmisión de calor a través de las ventanas, paredes y cubiertas.

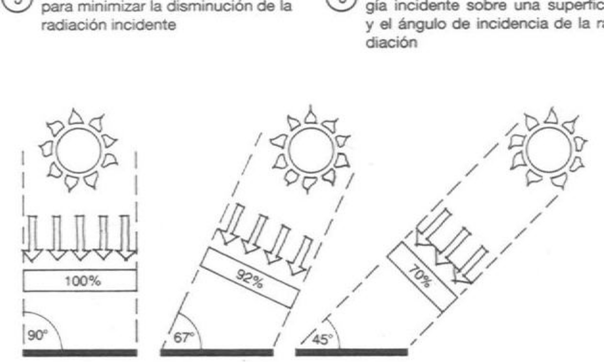
Reflexiones sobre una manera de construir que disminuya el consumo de energía.
Fundamentalmente existen tres puntos que pueden contribuir a reducir las necesidades energéticas de un edificio de viviendas:
1) Reducción de las pérdidas de calor.
2) Aumento de la ganancia energética a partir de la radiación solar.
3) Comportamiento consciente, por parte de los usuarios, para mejorar el balance energético.
Al fijar la orientación de un edificio ya se puede contribuir a reducir las pérdidas de calor.
Incluso en una zona pequeña de una región, pueden existir diferencias climáticas, por ejemplo, las condiciones eólicas y térmicas varían en función de la altura del solar.
Cuando éste se encuentra en el tercio superior de una ladera orientada al sur, excluida la cima superior, se dan las condiciones microclimáticas más favorables.
La forma de los edificios también juega un papel importante. La superficie exterior está en contacto directo con el clima y cede una valiosa energía a la atmósfera circundante. Al proyectar un edificio debería intentarse que la relación entre la superficie exterior y el volumen total construido fuera la menor posible.
Se debe tender a la forma cúbica o al caso ideal de una semiesfera. Esta afirmación bastante teórica, sólo es válida para las viviendas unifamiliares aisladas.



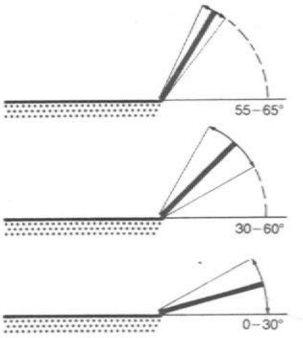
⑤ Se han de cuidar todos los detalles para minimizar la disminución de la radiación incidente



⑥ Relación entre la cantidad de energía incidente sobre una superficie y el ángulo de incidencia de la radiación



⑦ Dos factores influyen simultáneamente: la variación de la altura y el ángulo del acimut

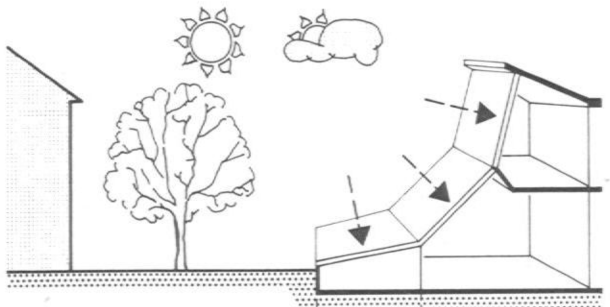


Las superficies orientadas al sur y con una inclinación de 55 a 65° permiten aprovechar al máximo la energía solar durante los meses fríos del invierno.

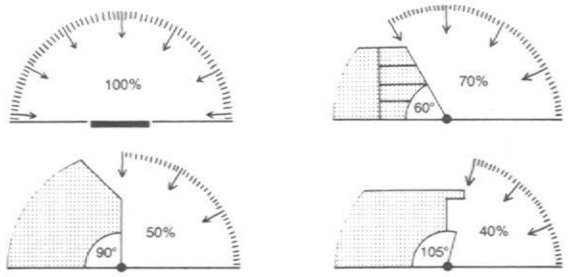
Las superficies orientadas al sur y con una inclinación de 30 a 60° permiten en cambio aprovechar al máximo la energía solar durante las estaciones de transición entre el invierno y el verano. (Estos son los meses decisivos para la optimización de la energía solar en una vivienda.)

Las superficies orientadas al sur y con una inclinación de 0 a 30° son las típicas superficies para aprovechar la energía solar durante el verano (por ejemplo, para los colectores planos destinados a calentar agua). Son las superficies más indicadas para recoger la radiación difusa.

(1) Aprovechamiento de la energía solar en función de la inclinación

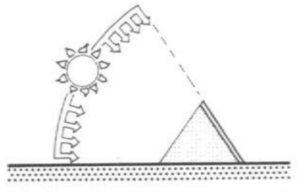


(2) Combinación de colectores con distinta inclinación

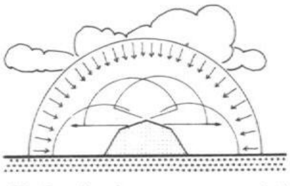


(3) Las superficies inclinadas son las que mejor recogen la radiación difusa

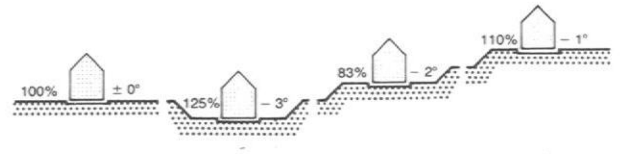
(4) En cambio, las ventanas verticales sólo reciben el 50 % de la radiación difusa cuando el cielo está cubierto



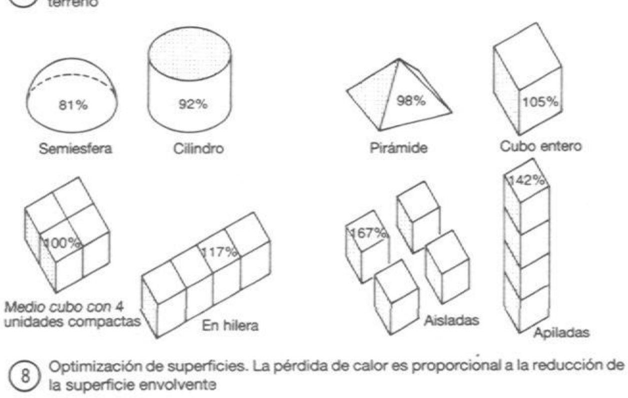
(5) Sección de una casa proyectada únicamente para recibir radiación directa (cielo despejado)



(6) Sección de una casa proyectada únicamente para recibir radiación difusa (cielo cubierto)



(7) Pérdida de calor y diferencias de temperatura en función de la situación sobre el terreno



(8) Optimización de superficies. La pérdida de calor es proporcional a la reducción de la superficie envolvente

→ 📖

Organización de la planta

La utilización pasiva de la energía solar significa aprovechar la radiación directa, almacenándola en determinados elementos de la construcción como por ejemplo, en las paredes y en el suelo. El resultado es una distribución coherente de la planta. Los espacios más utilizados, como la sala de estar deben orientarse al sur y tener grandes superficies acristaladas; es conveniente proyectar galerías acristaladas delante de estos espacios. Motivos:

1. Ampliación de la superficie de la vivienda.
2. Ganancia de energía solar.
3. Zona de amortiguación térmica.

Las salas menos utilizadas, calentadas a baja temperatura y con poca necesidad de luz deben orientarse al norte. Estos espacios tienen una función amortiguadora entre el ámbito de estancia más caliente y el clima exterior frío.

Aprovechamiento de la energía solar

Se distingue entre aprovechamiento activo y pasivo.

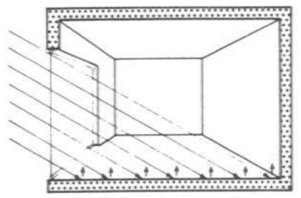
Aprovechamiento activo de la energía solar:

Significa emplear dispositivos técnicos, por ejemplo, colectores solares, conducciones, baterías de almacenamiento, bombas de transformación, etc., para transmitir la energía solar. Este sistema supone un elevado coste de puesta en marcha y de mantenimiento que debe amortizarse exclusivamente a través del ahorro en el coste de la energía. En el caso de las viviendas unifamiliares estos mecanismos no son rentables.

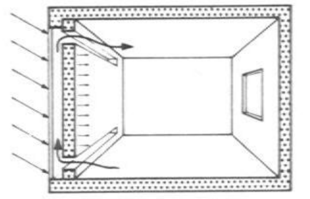
Aprovechamiento pasivo de la energía solar:

Significa emplear determinados elementos del edificio para almacenar calor, por ejemplo, las paredes, la cubierta, los elementos de vidrio, etc. El grado de eficacia de este sistema depende de varios factores:

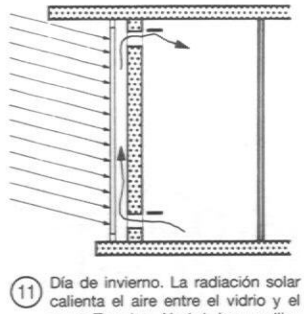
1. Condiciones climáticas
   — temperatura media mensual, características solares (radiación solar, horas de asoleo).
2. Tipo de utilización de la energía solar, directa o indirecta.
3. Elección de los materiales de construcción
   — capacidad de absorción térmica de las superficies y capacidad para almacenar calor de los materiales.



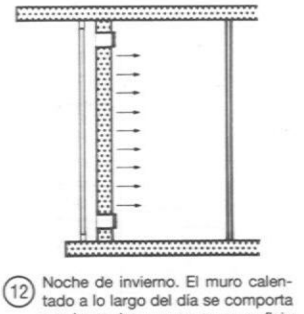
(9) Aprovechamiento directo de la energía solar a través de las superficies acristaladas



(10) Aprovechamiento indirecto de la energía solar a través de un muro Trombe

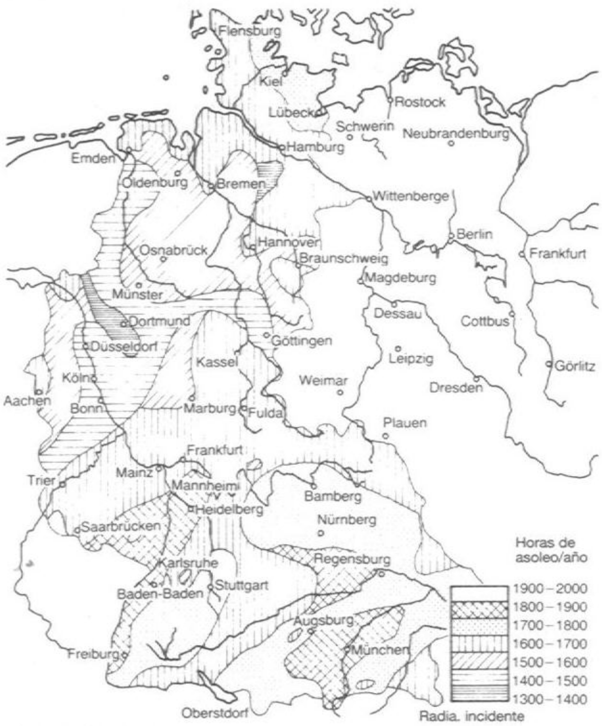


(11) Día de invierno. La radiación solar calienta el aire entre el vidrio y el muro Trombe. Al abrir las rendijas existentes arriba y abajo se fuerza el movimiento del aire que se calienta.

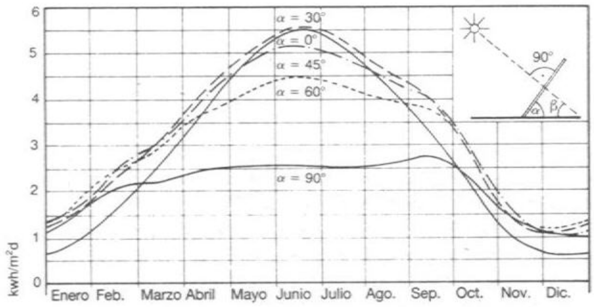


(12) Noche de invierno. El muro calentado a lo largo del día se comporta por la noche como una superficie radiante. La capa de aire, situada entre el acristalamiento exterior y el muro Trombe, se comporta, al cerrar las rendijas, como una cámara de aire estanca que reduce la pérdida de calor

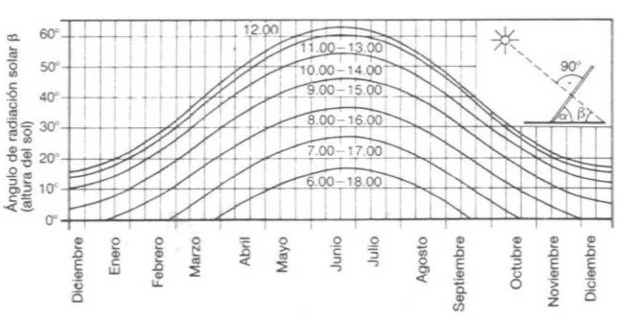
→ 📖



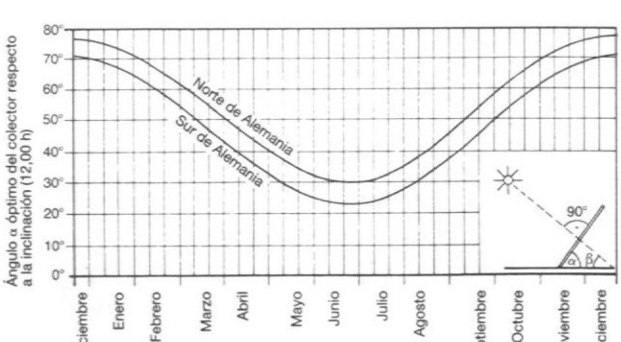
(1) Radiación solar/
Horas de asoleo en Alemania



(2) Radiación efectiva total, según el ángulo de los colectores
(Valores medios para Alemania según el Servicio Metereológico Federal)



(3) Ángulo ß de la radiación solar para una latitud geográfica de 50° N, a lo largo del año y a diferentes horas del día

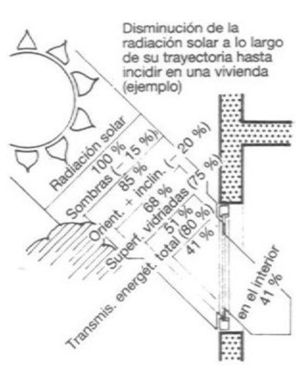


(4) Variación anual del ángulo α óptimo, en Alemania

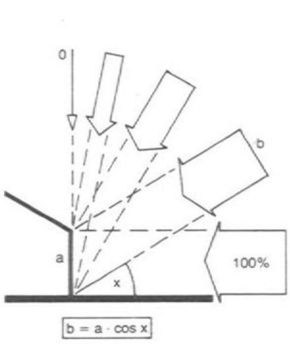
Fueron sobre todo motivos económicos los que movieron a los arquitectos y constructores a buscar energías alternativas a las fuentes energéticas convencionales.
En la actualidad, se han añadido además motivos ecológicos.
Mediante un tipo de construcción adecuado a las necesidades energéticas de un edificio de viviendas, el consumo de energía puede reducirse hasta casi un 50 %.

Balance energético de los edificios
Ganancias de energía: la fuente energética está a libre disposición de todos los edificios. Sin embargo, en nuestra región climática (Alemania) la radiación solar es tan escasa que se han de emplear además otras energías para calentar el ambiente interior, conseguir agua caliente, iluminar el espacio y poner en marcha los aparatos eléctricos.
Pérdidas de energía: las mayores pérdidas energéticas de un edificio se producen por la transmisión de calor a través de las ventanas, paredes y cubiertas.

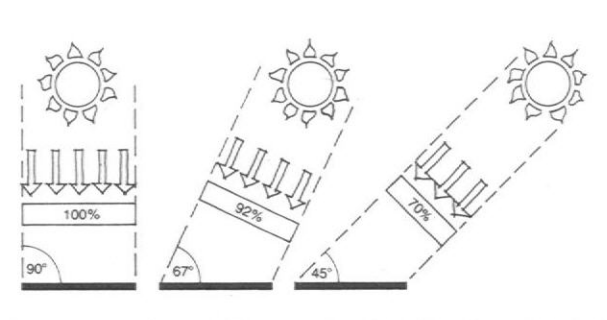
Reflexiones sobre una manera de construir que disminuya el consumo de energía.
Fundamentalmente existen tres puntos que pueden contribuir a reducir las necesidades energéticas de un edificio de viviendas:
1) Reducción de las pérdidas de calor.
2) Aumento de la ganancia energética a partir de la radiación solar.
3) Comportamiento consciente, por parte de los usuarios, para mejorar el balance energético.
Al fijar la orientación de un edificio ya se puede contribuir a reducir las pérdidas de calor.
Incluso en una zona pequeña de una región, pueden existir diferencias climáticas, por ejemplo, las condiciones eólicas y térmicas varían en función de la altura del solar.
Cuando éste se encuentra en el tercio superior de una ladera orientada al sur, excluida la cima superior, se dan las condiciones microclimáticas más favorables.
La forma de los edificios también juega un papel importante. La superficie exterior está en contacto directo con el clima y cede una valiosa energía a la atmósfera circundante. Al proyectar un edificio debería intentarse que la relación entre la superficie exterior y el volumen total construido fuera la menor posible.
Se debe tender a la forma cúbica o al caso ideal de una semiesfera. Esta afirmación bastante teórica, sólo es válida para las viviendas unifamiliares aisladas.



(5) Se han de cuidar todos los detalles para minimizar la disminución de la radiación incidente

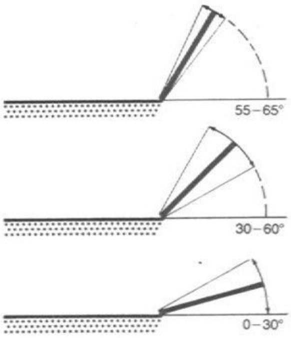


(6) Relación entre la cantidad de energía incidente sobre una superficie y el ángulo de incidencia de la radiación



(7) Dos factores influyen simultáneamente: la variación de la altura y el ángulo del acimut

→ 🕮

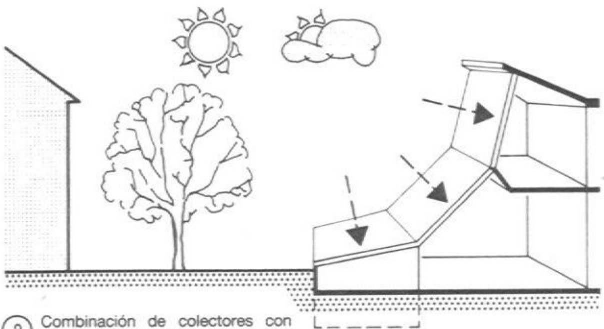


Las superficies orientadas al sur y con una inclinación de 55 a 65° permiten aprovechar al máximo la energía solar durante los meses fríos del invierno.

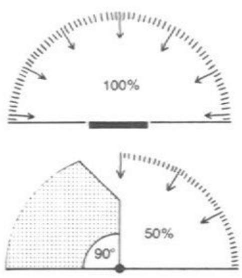
Las superficies orientadas al sur y con una inclinación de 30 a 60° permiten en cambio aprovechar al máximo la energía solar durante las estaciones de transición entre el invierno y el verano. (Estos son los meses decisivos para la optimización de la energía solar en una vivienda.)

Las superficies orientadas al sur y con una inclinación de 0 a 30° son las típicas superficies para aprovechar la energía solar durante el verano (por ejemplo, para los colectores planos destinados a calentar agua). Son las superficies más indicadas para recoger la radiación difusa.

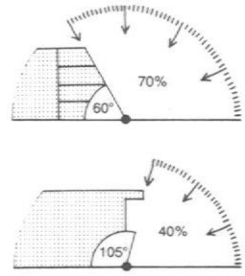
(1) Aprovechamiento de la energía solar en función de la inclinación



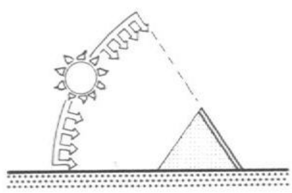
(2) Combinación de colectores con distinta inclinación



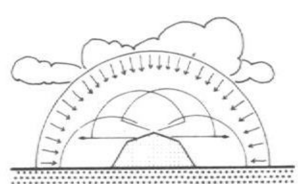
(3) Las superficies inclinadas son las que mejor recogen la radiación difusa



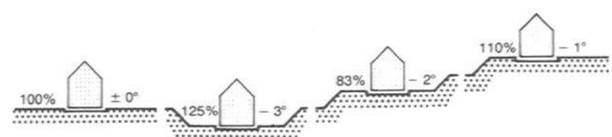
(4) En cambio, las ventanas verticales sólo reciben el 50 % de la radiación difusa cuando el cielo está cubierto



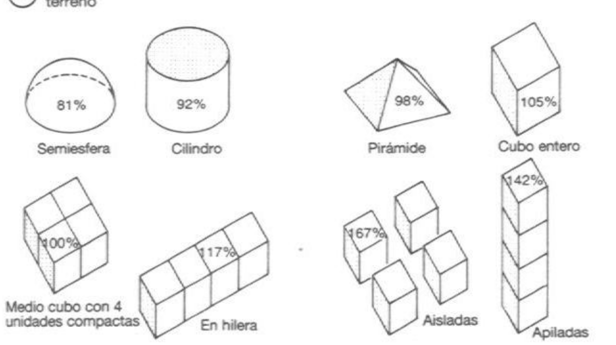
(5) Sección de una casa proyectada únicamente para recibir radiación directa (cielo despejado)



(6) Sección de una casa proyectada únicamente para recibir radiación difusa (cielo cubierto)



(7) Pérdida de calor y diferencias de temperatura en función de la situación sobre el terreno



(8) Optimización de superficies. La pérdida de calor es proporcional a la reducción de la superficie envolvente

Organización de la planta

La utilización pasiva de la energía solar significa aprovechar la radiación directa, almacenándola en determinados elementos de la construcción como por ejemplo, en las paredes y en el suelo. El resultado es una distribución coherente de la planta. Los espacios más utilizados, como la sala de estar deben orientarse al sur y tener grandes superficies acristaladas; es conveniente proyectar galerías acristaladas delante de estos espacios. Motivos:

1. Ampliación de la superficie de la vivienda.
2. Ganancia de energía solar.
3. Zona de amortiguación térmica.

Las salas menos utilizadas, calentadas a baja temperatura y con poca necesidad de luz deben orientarse al norte. Estos espacios tienen una función amortiguadora entre el ámbito de estancia más caliente y el clima exterior frío.

Aprovechamiento de la energía solar

Se distingue entre aprovechamiento activo y pasivo.

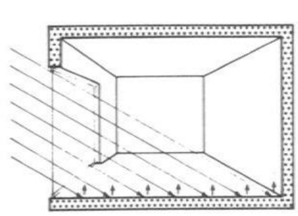
Aprovechamiento activo de la energía solar:

Significa emplear dispositivos técnicos, por ejemplo, colectores solares, conducciones, baterías de almacenamiento, bombas de transformación, etc., para transmitir la energía solar. Este sistema supone un elevado coste de puesta en marcha y de mantenimiento que debe amortizarse exclusivamente a través del ahorro en el coste de la energía. En el caso de las viviendas unifamiliares estos mecanismos no son rentables.

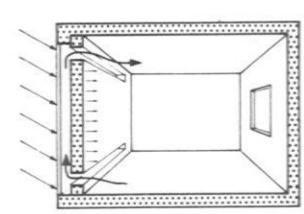
Aprovechamiento pasivo de la energía solar:

Significa emplear determinados elementos del edificio para almacenar calor, por ejemplo, las paredes, la cubierta, los elementos de vidrio, etc. El grado de eficacia de este sistema depende de varios factores:

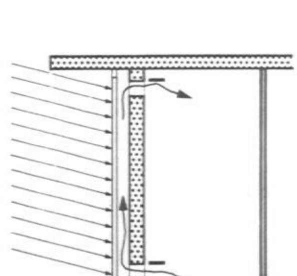
1. Condiciones climáticas
   — temperatura media mensual, características solares (radiación solar, horas de asoleo).
2. Tipo de utilización de la energía solar, directa o indirecta.
3. Elección de los materiales de construcción
   — capacidad de absorción térmica de las superficies y capacidad para almacenar calor de los materiales.



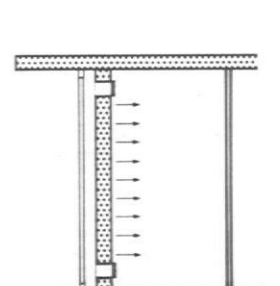
(9) Aprovechamiento directo de la energía solar a través de las superficies acristaladas



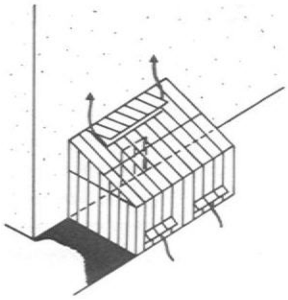
(10) Aprovechamiento indirecto de la energía solar a través de un muro Trombe



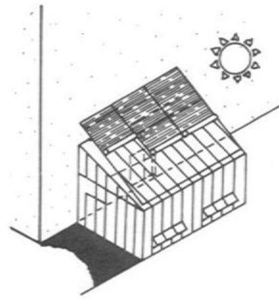
(11) Día de invierno. La radiación solar calienta el aire entre el vidrio y el muro Trombe. Al abrir las rendijas existentes arriba y abajo se fuerza el movimiento del aire que se calienta.



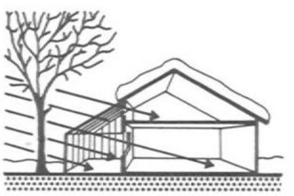
(12) Noche de invierno. El muro calentado a lo largo del día se comporta por la noche como una superficie radiante. La capa de aire, situada entre el acristalamiento exterior y el muro Trombe, se comporta, al cerrar las rendijas, como una cámara de aire estanca que reduce la pérdida de calor



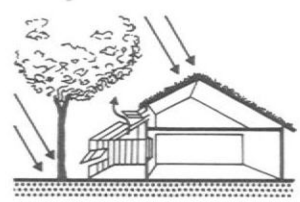
(1) Para regular las condiciones climáticas en las construcciones de vidrio durante los meses de verano es imprescindible la existencia de grandes aberturas de ventilación



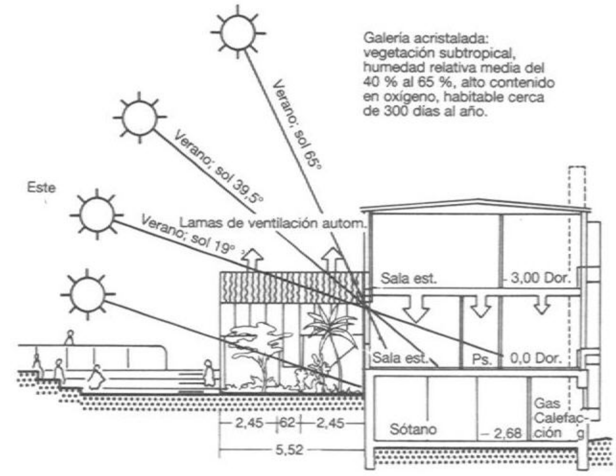
(2) Los dispositivos de protección solar en el exterior son efectivos porque la radiación solar no llega al espacio interior, pero al estar expuestos al viento y a las inclemencias climáticas no son muy duraderos



(3) Las instalaciones exteriores han de estar en invierno tan asoleadas como sea posible. Las sombras arrojadas por los edificios vecinos son un inconveniente

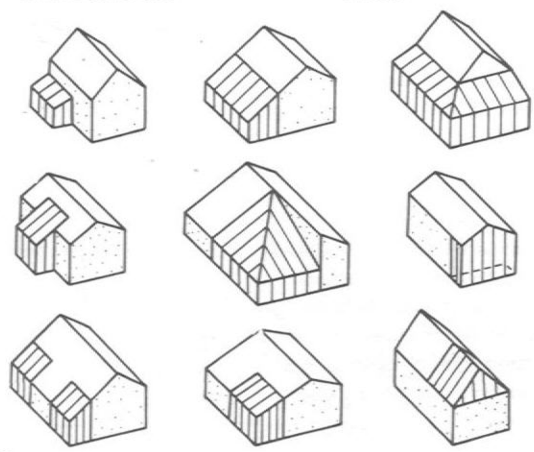


(4) En verano han de estar tan a la sombra como sea posible. Mediante árboles y arbustos frondosos se puede conseguir una buena climatización

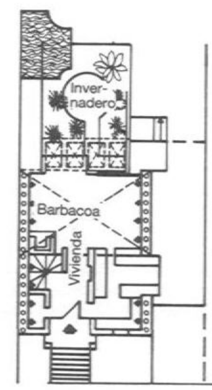


(5) Edificio solar en la ciudad, galería a doble altura

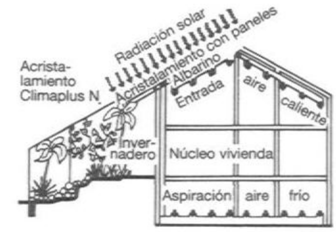
Arq.: LOG



(6) Diferentes posibilidades de acristalar parcialmente un edificio existente



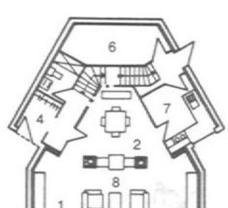
(7) Edificio unifamiliar con invernadero
Arq.: Béla Bambek, Aichwald



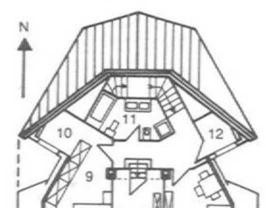
(8) Función de la calefacción cenital

(9) — (10)

1 Sala de estar
2 Comedor
3 Galería vidrio adosada
4 Entrada
5 Invitados
6 Estudio
7 Cocina
8 Chimenea
9 Dormitorio
10 Vestidor
11 Baño
12 Trastero
13 Invitado
14 Dormit. niños
15 Balcón



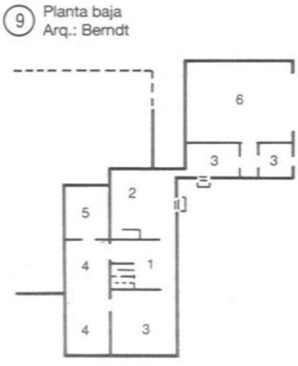
(9) Planta baja
Arq.: Berndt



(10) Planta piso



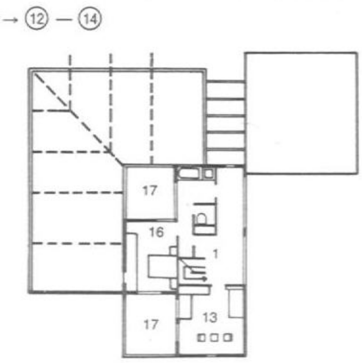
(11) Sección → (12) — (14)



(12) Planta sótano → (11)



(13) Planta baja



(14) Planta piso

Arq.: Equipo LOG

Plantas
1 Pasillo
2 Cuarto de instalaciones
3 Trastero
4 Sótano
5 Sótano húmedo
6 Garaje doble
7 Cortavientos
8 Vestíbulo
9 Sala de estar
10 Comedor
11 Cocina
12 Lavadero
13 Dormitorio niños
14 Invernadero
15 Superficie de almacenamiento de calor
16 Dormitorio
17 Balcón

DIN 4701, 4710 →



Media de la segunda temperatura más baja en °C (10 veces en 20 años); período abarcado: 1951-1970. Servicio Meteorológico Federal, Offenbach/Main

(1) Mapa de isotermas

Dirección viento / Mes	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Media sin días en calma	Media con días en calma
Enero	3,8	3,8	4,3	4,2	3,9	5,4	6,9	6,3	4,6	4,6
Febrero	5,1	4,4	3,8	3,9	4,5	6,4	6,8	6,7	5,2	5,2
Marzo	5,5	4,4	5,0	3,5	3,5	6,6	7,0	7,0	5,2	5,2
Abril	5,3	4,1	4,4	3,9	4,2	6,6	6,9	7,7	5,8	5,8
Mayo	4,7	4,4	4,3	3,6	3,5	5,7	6,2	6,3	4,9	4,9
Junio	4,9	4,4	3,7	3,2	3,3	4,7	5,5	6,4	4,8	4,8
Julio	5,3	3,7	3,0	2,9	3,4	5,3	6,3	7,0	6,3	5,3
Agosto	4,5	3,3	3,4	3,4	3,5	5,3	5,3	6,0	4,4	4,4
Septiembre	4,5	3,2	3,0	3,1	3,7	5,3	5,7	6,4	4,6	4,6
Octubre	4,4	3,1	2,8	3,0	3,1	5,9	7,0	6,4	4,7	4,7
Noviembre	4,8	4,0	3,7	4,0	4,9	7,7	8,4	9,1	6,7	6,7
Diciembre	5,1	4,1	4,0	3,6	4,9	7,1	8,1	8,3	5,9	5,9
Anual	4,9	4,0	3,9	3,6	4,0	6,1	6,8	6,8	5,2	5,2

(2) Velocidad media del aire en m/s; aeropuerto de Frankfurt/Main

Mes	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Media sin días en calma	Media con días en calma
Enero	1,8	2,3	2,1	1,3	2,7	3,5	4,0	3,6	2,5	2,5
Febrero	2,9	2,6	1,9	1,6	3,1	4,9	4,4	3,6	3,3	3,2
Marzo	3,3	3,1	2,1	1,8	2,8	4,2	4,6	3,4	3,2	3,2
Abril	3,9	3,7	1,9	1,5	3,4	5,1	4,9	4,0	3,9	3,9
Mayo	3,1	2,5	2,2	1,8	3,0	4,2	4,8	3,3	3,3	3,3
Junio	3,2	2,6	1,7	1,7	2,3	3,7	4,5	3,6	3,1	3,0
Julio	3,0	2,6	1,7	1,7	2,8	3,8	4,4	3,2	3,2	3,2
Agosto	3,0	2,6	2,0	1,8	2,6	3,7	4,2	3,6	2,9	2,9
Septiembre	2,9	2,5	1,6	1,4	3,4	4,1	4,2	3,4	3,1	3,0
Octubre	2,6	2,3	2,1	1,6	3,0	4,0	4,4	3,4	3,0	3,6
Noviembre	2,1	1,5	1,3	1,2	3,4	4,6	5,1	3,6	3,7	3,6
Diciembre	2,6	2,1	1,7	1,2	3,8	5,4	6,1	5,0	4,0	4,0
Anual	3,1	2,6	1,9	1,6	3,1	4,3	4,7	3,6	3,3	3,2

(3) Velocidad media del aire en m/s; Bremerhaven

Elemento constructivo	Máximo coeficiente de transmisión térmica $W/(m^2K)$[1)]	Mínimo espesor de la capa aislante sin certificado de calidad[2)]
Paredes exteriores	0,60	50 mm
Ventanas	Vidrio doble o con cámara de aire	
Cielos rasos debajo de desvanes no habitables y espacios que limitan, por arriba o por abajo, con el ambiente exterior	0,45	80 mm
Techos de sótanos y forjados sanitarios apoyados directamente sobre el terreno, paredes y techos que limitan con espacios sin calefacción	0,70	40 mm

[1)] El coeficiente de transmisión térmica puede determinarse a partir del coeficiente correspondiente a cada una de las capas del elemento constructivo.

[2)] El espesor indicado se refiere a una conductividad térmica λ = 0,04 W/(mK). Si se coloca un material aislante o un material con otra capacidad de conductividad térmica, se han de reajustar los correspondientes espesores. A la lana de vidrio y a las espumas sintéticas se les puede asignar un coeficiente de conductividad térmica de 0,04 W/mK).

(4) Máxima conductividad térmica de los elementos constructivos en obras de nueva planta, reforma o rehabilitación

Los límites señalados en la tabla (4) para la conductividad térmica no pueden superarse ni en las obras de nueva planta, ni en las de rehabilitación o reforma; se han de respetar asimismo, los espesores indicados para los materiales de aislamiento térmico. Si se construye un cielo raso debajo de un desván no habitable se ha de realizar de manera que:

a) se sustituya la capa de cubierta situada inmediatamente debajo de la piel exterior;
b) se coloque un revestimiento en forma de planchas o paneles, encolados o sobre una capa de mortero, o
c) se coloque una capa de aislamiento, según los requisitos de → (4) fila 3.

Fuerza del viento	Vel. en m/seg.	Fuerza del viento	Vel. en m/seg.
0 Calma	0	7 Viento potente	12-14
1 Brisa suave	1-2	8 Viento huracanado	14-17
2 Viento suave	2-4	9 Tempestad	17-20
3 Viento ligero	4-6	10 Tempestad fuerte	20-24
4 Viento medio	6-8	11 Tempestad huracanada	24-30
5 Viento fresco	8-10	12 Huracán	más de 30
6 Viento fuerte	10-12		

Cámaras frigoríficas

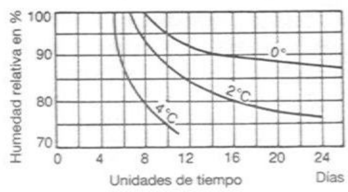
Para determinar las frigorías que necesita una cámara frigorífica se ha de tener en cuenta que cada alimento requiere una temperatura, grado de humedad, ventilación, tiempo de refrigeración y congelación determinado → p. 104 (1). Además se ha de considerar el calor específico del alimento a refrigerar o congelar, el clima, las condiciones de almacenamiento, el calor desprendido por la iluminación, así como la circulación por el interior de la cámara.

En el cálculo de las frigorías necesarias se ha de tener en cuenta:

1. Enfriamiento o congelación de la sustancia (enfriamiento hasta el punto de congelación – congelación – subcongelación) ($Q = m \cdot cp \cdot \Delta t$).
   Para congelar una sustancia se ha de extraer del punto de congelación, una cantidad de calor determinada. Luego, a una temperatura inferior al punto de congelación, el calor específico de la sustancia congelada es menor. La extracción de la humedad es aprox. del 5 %.
2. Refrigeración y desecación del aire.
3. Entrada de calor a través de paredes, techo y suelo.
4. Pérdida de frío a causa de la circulación (abertura de la puerta de acceso). Iluminación (ventanas), calor desprendido por las luminarias, así como por el funcionamiento de bombas y ventiladores.
5. Condensación del vapor de agua en las paredes → p. 110-117.

Refrigeración de carne

La carne recién salida del matadero con una temperatura entre 288,15 a 303,15 K se enfría en cámaras prefrigoríficas hasta 280,15 – 281,15 K y 85 a 90 % de humedad relativa durante 8 a 10 horas. A continuación se enfría en la cámara frigorífica hasta 275,15 K – 281,15 K con una humedad relativa del 75 % durante 28 a 30 horas. La prerrefrigeración y la refrigeración deben realizarse por separado. Pérdida de peso en 7 días: 4-5 %. En la actualidad cada vez se emplea más el método del enfriamiento rápido, sin prerrefrigeración, en una cámara frigorífica, donde la carne se enfría directamente desde la temperatura del matadero (303,15 K) hasta la temperatura de conservación (274,15 K) con 60 a 80 renovaciones de aire por hora y una humedad relativa entre el 90 y 95 %.



Máximo tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas y grados de humedad (0K = 273,15 °C)

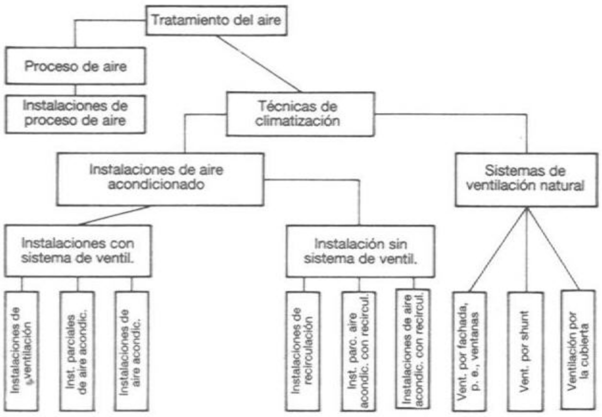
(5)

Calefacción Ventilación

El aire se mueve cuando surgen diferencias de presión a causa de:

1. Diferencias de temperatura
2. Viento natural
3. Ventiladores

«ventilación natural»: ventanas, puertas, patios de luces
«ventilación forzada»: equipos de climatización y de impulsión-extracción de aire



(1) Estructura de los sistemas de climatización

Los equipos de climatización se instalan para asegurar unas condiciones climáticas determinadas en el interior de un edificio. Para ello se han de satisfacer los siguientes requisitos:

a) extracción del aire viciado del interior: olores, partículas contaminantes;
b) extracción de la carga térmica sensible: calor y frío;
c) extracción de la carga térmica latente: flujo de entalpía debido a la humedad y sequedad;
d) mantenimiento de la presión: se ha de mantener la presión en el interior de los edificios para evitar los intercambios de aire no deseados.

El punto a) se suele resolver a través de una renovación constante del aire (ventilación) y/o un tratamiento adecuado del aire (filtrado). Los puntos b) y c) suelen satisfacerse mediante un tratamiento termodinámico del aire y hasta cierto grado, también mediante una renovación del aire. El punto d) se suele solucionar instalando maquinaria de extracción e impulsión de diferentes cantidades de aire.

1. Ventilación natural

A través de las juntas de ventanas y puertas entra aire al interior por acción del viento.

«... En la actualidad, debido al aislamiento térmico de los edificios, esta ventilación a través de las juntas entre diferentes elementos ya no es suficiente, ya que, por regla general, el coeficiente de permeabilidad de las juntas en las ventanas actuales suele ser:

$$\leqq 0{,}1 = \frac{m^3}{hm\ \ (da\ \ Pa)2/3}$$

Por este motivo, al construir un edificio de viviendas, puede ser necesario prever un equipo mecánico de extracción e impulsión de aire.»

La ventilación a través de las ventanas → p. 163 (5) – (8) suele ser suficiente en la mayoría de las viviendas.

Las ventanas de guillotina, en las que el aire del exterior puede entrar por abajo y el aire del interior salir por arriba, son las que permiten una mejor ventilación.

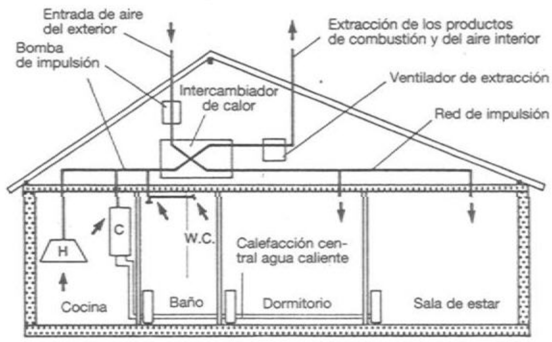
Se puede conseguir una ventilación intensiva mediante un «... dispositivo de ventilación forzada para baños y lavaderos sin ventanas, según DIN 18017, a través de conductos de evacuación tipo shunt, aunque en este caso se ha de asegurar la suficiente entrada de aire del exterior a través de huecos o juntas no estancas en la fachada exterior o en las ventanas del edificio. Además, se ha de procurar que el aire interior se extraiga sin que aparezcan corrientes».

La instalación de conductos de ventilación suele provocar la aparición de corrientes de aire en invierno. Es preferible emplear equipos mecánicos de ventilación (Ventilación de viviendas, DIN 1946).

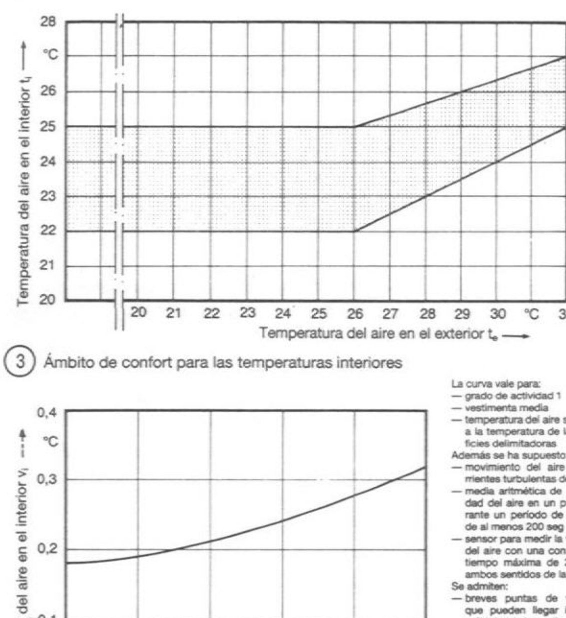
DIN 1946 → 🕮

Directrices generales para instalaciones de climatización y ventilación DIN 1946

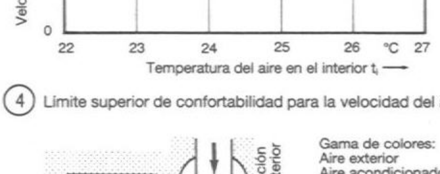
Humedad específica: en un ambiente confortable el contenido de humedad del aire no debe superar los 11,5 g de agua por kg de aire seco. ¡La humedad relativa no debería ser superior al 65 %! En cines, salas de lectura, pabellones feriales, grandes almacenes, museos y pabellones de deporte, el flujo de entrada de aire exterior por persona ha de ser como mínimo de 20 m^3/h; en oficinas, bares, salas de conferencias, salas de descanso, habitaciones de hotel y aulas, al menos 30 m^3/h; en restaurantes 40 m^3/h y en grandes oficinas 50 m^3/h.



(2) Esquema de una instalación con «doble flujo de aire»



(3) Ámbito de confort para las temperaturas interiores



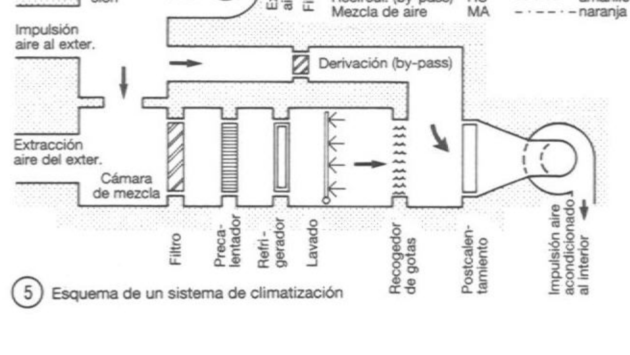
La curva vale para:
— grado de actividad 1
— vestimenta media
— temperatura del aire semejante a la temperatura de las superficies delimitadoras

Además se ha supuesto:
— movimiento del aire con corrientes turbulentas de mezcla
— media aritmética de la velocidad del aire en un punto, durante un período de medición de al menos 200 seg
— sensor para medir la velocidad del aire con una constante de tiempo máxima de 2 seg en ambos sentidos de la corriente

Se admiten:
— breves puntas de velocidad que pueden llegar incluso a múltiplos de la media aritmética
— superación de la velocidad máxima admitida del aire hasta un 10 % en un 10 % de los puntos de medición como máximo

No se admiten:
— superación de la velocidad máxima del aire durante mas de 1 min., p.e., provocada por una regulación no estacionaria

(4) Límite superior de confortabilidad para la velocidad del aire en el interior



(5) Esquema de un sistema de climatización

Las instalaciones de climatización suelen ajustarse al siguiente proceso:

1. Filtrado

Eliminación de las partículas de polvo de mayor tamaño (5-50μ):

a) Filtros de placas metálicas bañadas en aceite, montadas sobre bastidores o filtros de recirculación automática. Especialmente indicados para la ventilación de edificios industriales. Inconveniente: el aire arrastra partículas de aceite.
b) Filtros secos de tejido o fibra de vidrio, no regenerables, montados sobre un bastidor metálico, y filtros de cinta arrollable de limpieza automática.

Limpieza de partículas más finas y de hollín:

c) Filtros electrostáticos. El polvo una vez ionizado se deposita en planchas metálicas con carga negativa. Apenas ofrecen resistencia al paso de aire. Inconvenientes: ocupan mucho espacio y se han de limpiar con agua caliente.
d) Filtrado fino mediante filtros de papel o fibra de vidrio. Ventajas: reducido costo de instalación, no hay corrosión incluso en un ambiente agresivo, gran seguridad de funcionamiento.
e) Al lavar el aire se elimina el polvo, los aerosoles y los vapores ácidos, pero no el hollín, por ello no se han de emplear en zonas donde hay una combustión elevada de aceites.

Tipo de filtro	Grado medio de separación A_m respecto al polvo sintético en %	Grado medio de eficacia E_m respecto al polvo atmosférico en %
EU 1	$A_m < 65$	–
EU 2	$65 \leq A_m < 80$	–
EU 3	$80 \leq A_m < 90$	–
EU 4	$90 \leq A_m$	–
EU 5	–	$40 \leq E_m < 60$
EU 6	–	$60 \leq E_m < 80$
EU 7	–	$80 \leq E_m < 90$
EU 8	–	$90 \leq E_m < 95$
EU 9[1]	–	$95 \leq E_m$

[1] Los filtros de aire con un elevado grado medio de eficacia E_m ya pueden incluirse como filtros de partículas suspendidas, según la norma DIN 24185

(1) La norma DIN 24185 establece una clasificación para los filtros de aire

2. Calentamiento de aire

a) Las instalaciones simples de calefacción con recirculación por gravedad y combustibles sólidos son de difícil regulación.
b) Radiadores calentados con gas natural o aceite de calefacción. Buenas posibilidades de regulación.
c) Calentamiento con vapor a baja presión, agua caliente o muy caliente. Tubos con aletas de acero galvanizado o tubos de cobre con lamas de cobre o aluminio. Buena y sencilla regulación, independiente de chimeneas.

3. Enfriamiento de aire

Fundamentalmente para las industrias que necesitan una temperatura y un grado de humedad constantes a lo largo de todo el año, pero también para edificios de oficinas, grandes almacenes, cines y teatros durante el verano.

a) Enfriamiento del aire con agua de la red pública o de pozos si la temperatura del agua es inferior a 13 °C; el agua de pozo debería devolverse al subsuelo para mantener el nivel freático. En la mayoría de ciudades está prohibido utilizar el agua de la red como refrigerante, que por otro lado no es rentable, debido al elevado precio del agua. El aprovechamiento de pozos para una instalación de refrigeración está condicionado al correspondiente permiso administrativo.
b) Las instalaciones de refrigeración por compresión (según la norma UVV-VBG-20 de Instalaciones de refrigeración y la norma DIN 1946 de Instalaciones de climatización) sólo pueden utilizar refrigerantes inocuos, como por ejemplo, el freón 12 o el freón 22 (F12, F22). Cuando el equipo de refrigeración se coloca al lado de la central de climatización, el producto refrigerante se puede vaporizar directamente en el registro de refrigeración del sistema de climatización. ¡A partir de 1995 quedará prohibido el empleo de FCF!
c) En las grandes instalaciones, el agua se refrigera en un circuito cerrado impulsado con una bomba. Ventaja: la central de climatización se puede situar en un lugar donde el ruido y las vibraciones no molesten; además el funcionamiento es muy seguro.

Para las grandes centrales de refrigeración

d) Compresión del producto refrigerante en un turbocompresor hermético (conjunto completo formado por compresor, refrigerador por agua y condensador). Apenas vibran y no hacen mucho ruido.
e) Instalaciones de refrigeración por absorción con bromuro de litio y agua. Al vaporizar el agua se extrae calor del agua a refrigerar; el vapor de agua es absorbido por una solución de bromuro de litio, se condensa y retorna al circuito de vaporización. Es una instalación que apenas hace ruido, no produce vibraciones y ocupa poco espacio.
f) Refrigeración por chorro de vapor: mediante un chorro de vapor a gran velocidad se produce una depresión en un contenedor. El agua de refrigeración circundante se evapora, por lo que también se enfría. El agua así enfriada se envía al serpentín de refrigeración del aire. Este sistema de refrigeración se emplea exclusivamente en instalaciones industriales.

En todas las instalaciones mecánicas de refrigeración hay que eliminar el calor de condensación. Para ello pueden emplearse condensadores refrigerados por aire o por agua, ya sea de pozo o de la red pública, en circuito abierto o cerrado. Para los condensadores refrigerados por agua de pozo en un circuito abierto, se necesita el correspondiente permiso administrativo. Además, se ha de comprobar cuidadosamente si el agua de pozo contiene partículas agresivas que puedan dañar el equipo de climatización. En caso necesario han de instalarse condensadores resistentes al agua de mar (aumento del coste de la instalación).
En caso de que el agua de refrigeración circule en un circuito cerrado, es necesario un dispositivo de posrefrigeración: torre de refrigeración, donde se pulveriza el agua de refrigeración en una tobera, y fluye por unos filtros a través de los que se impulsa aire (enfriamiento por evaporación). Las torres deberían levantarse fuera del edificio o, mejor aún, en el tejado, debido al ruido que producen. Lo mismo vale para los condensadores refrigerados por aire.

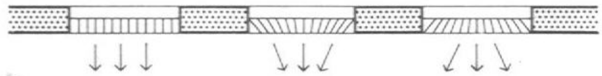
4. Lavado, humidificación y enfriamiento por evaporación

El proceso de lavado sirve para humidificar el aire demasiado seco y además para limpiar el aire, hasta un determinado grado. Al saturar el aire, es decir, aumentar su contenido en agua, se produce simultáneamente un enfriamiento por evaporación (es una solución económica para instalaciones de climatización en zonas donde el aire atmosférico contiene poca agua).
En los lavaderos de aire, ejecutados con plancha de acero galvanizado o con muros de albañilería completamente estancos, se pulveriza el agua, impulsada por bombas, en toberas. Mediante rectificadores de aire se evita la salida de agua del cuarto de maquinaria.

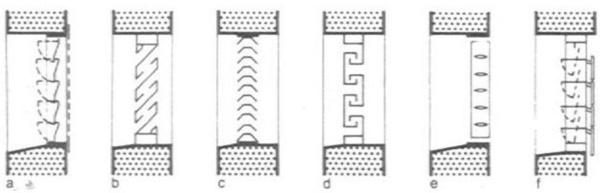
Otros mecanismos de humidificación:

a) Pulverizadores o recipientes de evaporación colocados en los radiadores.
b) Instalación centralizada con vapor o recipientes de evaporación calentados eléctricamente. Inconveniente: calcificación.
c) Los pulverizadores rotatorios (aerosoles) sólo se emplean para pequeñas cantidades de aire.

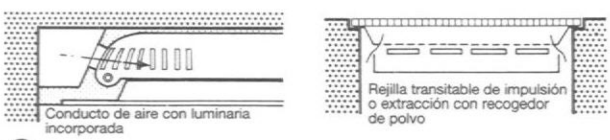
5. Ventiladores
Ventiladores radiales o axiales. El grado de eficacia de un ventilador, en función de su aplicación, está comprendido entre el 80 % y el 90 %. Hasta una presión de impulsión de 40 mm de columna de agua ambos tipos de ventilador producen el mismo nivel de ruido; cuando la presión es superior, los ventiladores axiales producen más ruido; suelen emplearse en construcciones industriales. Para absorber las vibraciones se ha de realizar una cimentación especial con elementos de amortiguación.



(1) Rejillas de impulsión orientables



(2) Huecos de ventilación: a = de abertura automática; b, c, d, e = fijos; d = en cuartos oscuros; f = de abertura manual



(3) Rejillas de impulsión y extracción

6. Amortiguadores de ruido
Los amortiguadores de ruido colocados en los conductos de aire impiden la transmisión acústica desde el equipo central de la instalación hasta las salas climatizadas. Longitud en sentido del aire: de 1,5 a 3,0 m, según el grado de amortiguación. Ejecución: mediante bastidores de material incombustible, por ejemplo, chapa metálica con relleno de lana mineral.
→ 🕮 VDI 2081 «Reducción del ruido en las instalaciones de climatización DIN 4109». Observar las normas de aislamiento acústico en la edificación.

7. Conductos de aire y aberturas de impulsión y extracción
De chapa de acero galvanizado, acero inoxidable y también de fibrocemento. La sección debería ser preferiblemente cuadrada o circular, pero también puede ser rectangular, con una proporción de hasta 1:3 entre sus lados. Esquinas redondeadas con suplementos de chapa → DIN 24147, 24151-53, 24163, 24167, 24191. Es necesario un mantenimiento intenso. Observar las normas de protección contra incendios en las instalaciones de climatización.
Los conductos de albañilería o de hormigón son más económicos para construir grandes canalizaciones horizontales o verticales que los conductos de chapa de acero. Los conductos de obra de fábrica amortiguan mejor el ruido que los ejecutados en hormigón. Revoque interior liso con pintura lavable. **Los conductos de impulsión** han de tener un aislamiento de poca masa, se ha de evitar el almacenamiento de calor. La sección de la canalización ha de ser suficientemente grande para que pueda limpiarse (la suciedad empeora la calidad del aire). Por este motivo, en los conductos de extracción situados en el suelo, se han de colocar desagües estancos con rácores roscados y un número suficiente de registros de limpieza.
Las canalizaciones de fibrocemento (sin asbestos) son adecuadas para el aire húmedo que no contiene ácidos; las de plásticos sintéticos son apropiadas en medios agresivos con gases. Según la norma DIN 4740, las rejillas de impulsión y extracción de aire no deben colocarse en superficies transitadas (a excepción de los edificios industriales y cuartos de maquinaria). La impulsión del aire es determinante para su distribución en el espacio correspondiente; orientación del chorro de aire en sentido vertical y horizontal. Los techos perforados para impulsión y extracción de aire son técnicamente correctos, aunque han de poder limpiarse con facilidad; el material ideal es chapa lacada al fuego. → (1) – (3)
La impulsión de aire en los edificios de oficinas debería realizarse, a ser posible, junto a las ventanas (puntos de mayor entrada de frío o calor). Extracción junto al pasillo. En los teatros, cines y salas de conferencias, la impulsión de aire debería efectuarse por debajo de los asientos y la extracción por el techo. La conducción del aire depende de la forma y utilización del espacio.

8. Cuartos de máquinas
La norma VDI 3803 establece los requisitos constructivos y de seguridad. En el anteproyecto deben tenerse en cuenta las instalaciones de ventilación y climatización, ya que tienen una influencia considerable en la ejecución de la obra.
Los cuartos de maquinaria deben situarse lo más cerca posible de los espacios a climatizar, si es acústicamente admisible; buena accesibilidad. Paredes de ladrillo revocadas; en el interior con una capa de pintura lavable, preferiblemente alicatadas.
Desagües en el suelo de todos los cuartos de máquinas con cierre registrable estanco a los olores. En los cuartos de maquinaria situados encima de otras salas, el suelo ha de ser impermeable. Las paredes exteriores deben estar aisladas y tener una barrera contra el vapor para que el agua de condensación no ocasione desperfectos. Para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones, la maquinaria debe situarse sobre un suelo flotante, con una resistencia suficiente para aguantar de 750 a 1500 kg/m^2 + peso de las paredes.
El espacio necesario en el cuarto de máquinas depende en gran medida de los requisitos de filtrado del aire y aislamiento del ruido. En espacios estrechos y alargados se puede alinear fácilmente toda la maquinaria de la instalación de climatización.

Longitud para un equipo sencillo

de climatización industrial:	aprox. 12 m
para un equipo completo:	aprox. 16–22 m
para un equipo de extracción de aire:	aprox. 4–6 m

Anchura y altura (dimensiones útiles) de los cuartos de maquinaria para equipos industriales y de climatización:

	Ancho ×	Alto	
hasta una capacidad de 20 000 m^3/h	3,0 m	3,0 m	cámara central
20 000–40 000 m^3/h	4,0 m	3,5 m	
40 000–70 000 m^3/h	4,75 m	4,0 m	

Además se necesita un pasillo de 1,5 a 2 m de anchura para el montaje y las reparaciones. En las grandes instalaciones, el pasillo de servicio es común para el equipo de climatización y el cuarto de distribución de la calefacción y hay que destinar un espacio al panel central de mandos.
Instalaciones de climatización para grandes oficinas
Las grandes salas de oficinas se climatizan mejor con varias instalaciones. Una zona de climatización especial junto a la fachada (instalación de alta velocidad) y otra en el ámbito interior (instalación de baja presión o alta velocidad). → (4)



(4) Ejemplo de construcción de una instalación de climatización de alta presión (sistema LTG). Edificio de administración de Dyckerhoff Zement AG

Instalaciones de climatización de alta presión

Las grandes secciones que necesitan las instalaciones de climatización a baja presión, se deben a la gran cantidad de aire necesaria para transportar calor en invierno y frío en verano, y no a la renovación del mismo. Las instalaciones de climatización de alta presión necesitan aprox. 1/3 de la cantidad de aire usual para proporcionar una ventilación con aire exterior, en cambio, el transporte de frío o calor se efectúa a través de un sistema de tuberías de agua, al igual que en los sistemas de calefacción central. 1 m^3 de agua puede transportar aprox. 3450 veces más calor que 1 m^3 de aire.

Debajo de cada ventana se coloca un convector de climatización (aparato de inyección) con toberas especiales de impulsión de aire y un intercambiador de calor, al que la central suministra agua refrigerada o calentada y aire climatizado. La regulación sólo puede realizarse en los intercambiadores de calor. Si la cantidad de aire que se necesita es pequeña, basta con una central de climatización pequeña para tratar correctamente el aire. El aire exterior se limpia haciéndolo pasar por un filtro previo y otro fino. En general, como los edificios suelen estar sometidos a una pequeña sobrepresión, la falta de estanquidad de las juntas no tiene gran importancia.

Convectores de climatización. Requisitos generales

1. Nivel de ruido ≦ 30 a 33 fonos. DIN 4109.
2. Filtro para limpiar el aire secundario (Recirculación, DIN 1946).
3. El intercambiador de calor ha de tener suficiente capacidad para calentar todo el local, cualesquiera que sean las condiciones exteriores, sin el sistema de ventilación.
4. En verano, la temperatura del agua fría no debe bajar de 15–16 °C, en caso contrario no resulta económico el funcionamiento del sistema de refrigeración y el agua se condensa en los aparatos situados junto a las ventanas (ensuciando las superficies de refrigeración).

Los conductos de aire a alta presión es preferible que sean de sección circular, para facilitar el flujo de aire y reducir al mínimo las vibraciones. En las ventanas de 1,5 a 2 m entre ejes se han de disponer tubos de distribución de aire en sentido vertical, alternando los pilares estructurales y los montantes de instalaciones con tuberías de aire y agua. Conductos verticales de aire para edificios de 7 plantas: ∅ 175 a 255 mm; en rascacielos aprox. cada 7–10 plantas. Planta de instalaciones para los equipos de calefacción y de climatización: por ejemplo, para edificios de 14 plantas: una central en el sótano y otra central en la cubierta o una planta de instalaciones en el medio.

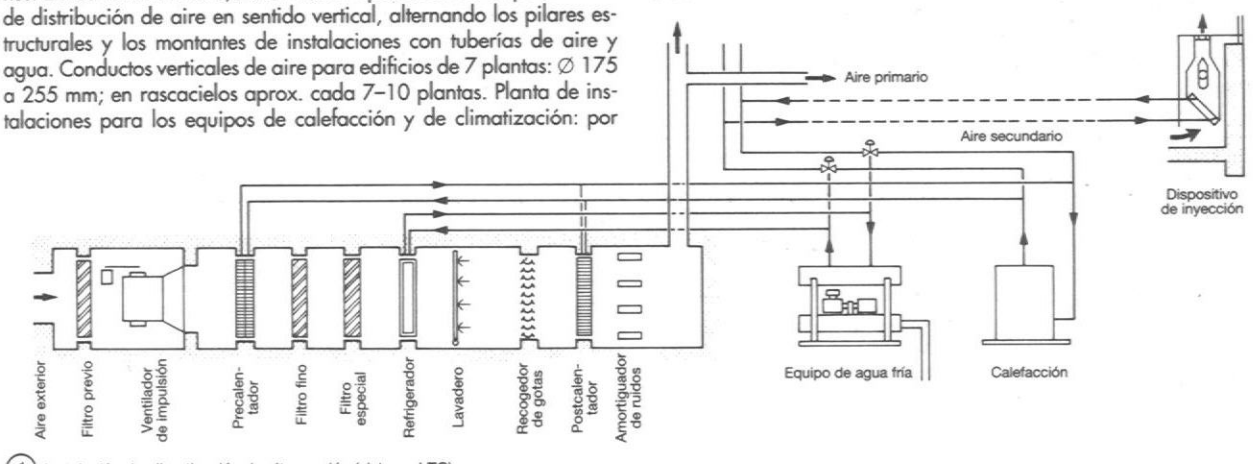
Más caros resultan los sistemas formados por un montante principal y distribución horizontal en cada planta, a lo largo de los pasillos con derivaciones hacia fuera, directamente detrás de la fachada, encima de las ventanas o en la planta inferior con derivaciones hacia arriba, a través del forjado.

La máxima profundidad de las oficinas con una instalación de climatización de alta presión es aprox. 6 m, en caso contrario se necesita un sistema suplementario de climatización para la zona interior. *Máxima profundidad de un edificio sin sistema suplementario de climatización*: 2 × 6 = 12 m + pasillo. Extracción del aire encima de las paredes de armarios hacia el pasillo y en los lavabos. En los sistemas de climatización de alta presión no puede haber recirculación de aire, ya que la cantidad necesaria se ha reducido al mínimo para conseguir aire de buena calidad.

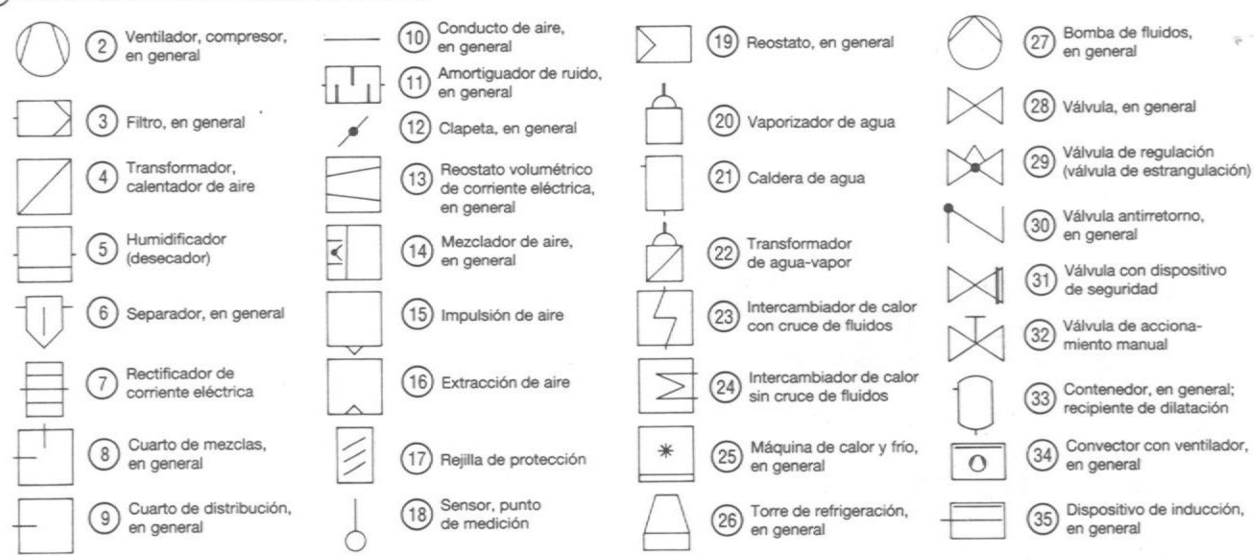
En caso de necesitar, por algún motivo, que sólo funcione en parte del edificio, se puede reducir la cantidad de aire primario en la central de climatización.

Dispositivos de ventilación para cocinas

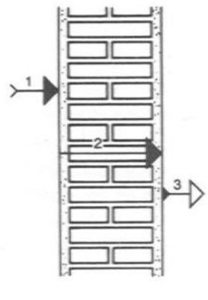
Grandes cocinas VDI 2052 → p. 289. Altura entre 3 y 5 m. El revoque del techo y la parte superior de las paredes debe ser poroso (no utilizar pintura al óleo). Aproximadamente de 15 a 30 renovaciones de aire, prever la depresión; el aire fluye desde las habitaciones contiguas, cuyos radiadores deben sobredimensionarse. Agrupar la encimera, el horno y la freidora y colocar encima un extractor de aire con un filtro de grasas. Limpiar una vez al año los canales, filtrar el aire impulsado y calentarlo en invierno. No debe existir recirculación de aire. Ha de haber una calefacción y el acristalamiento debe realizarse con vidrio aislante.



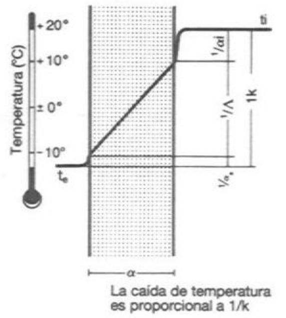
(1) Instalación de climatización de alta presión (sistema LTG)



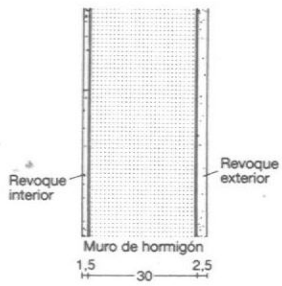
(2) – (35) Símbolos gráficos para las instalaciones de climatización según DIN 1946 T1



① Transmisión de calor a través de un elemento de construcción

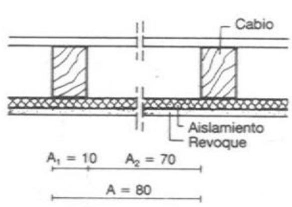


② Distribución de temperaturas en un elemento homogéneo



Revoque interior	0,015 : 0,7	= 0,02
Muro de hormigón	0,30 : 0,22	= 1,36
Revoque exterior	0,02 : 0,87	= 0,02
$1/\Lambda$		1,34
$1/\alpha_i$		0,12
$1/\alpha_e$		0,04
$1/k$		1,56
$k = \frac{1}{1/k}$		0,64

③ Cálculo del valor de k en un elemento formado por varias capas
Ejemplo: muro de hormigón ligero (500 kg/m³) de 30 cm de anchura y revocado por ambas caras:

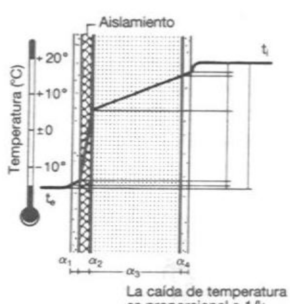


$$k_m = \frac{A_1}{A} \cdot k_1 + \frac{A_2}{A} \cdot k_2 + \ldots + \frac{A_n}{A} \cdot k_n$$

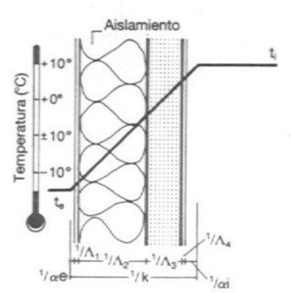
k de los cabios = 0,45
k de los tramos entre cabios = 0,95

$$k_m = \frac{10}{80} \cdot 0,45 + \frac{70}{80} \cdot 0,95$$
$$= 0,056 + 0,83 = 0,89$$

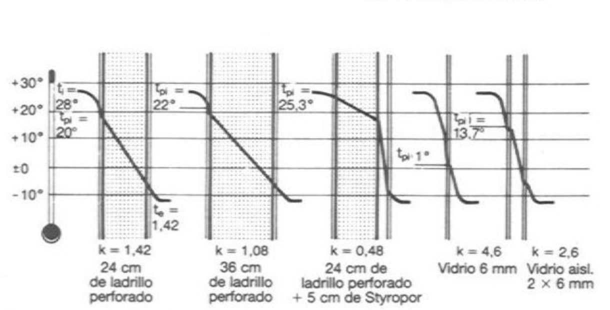
④ Cálculo del valor medio de la resistencia térmica en elementos compuestos
Ejemplo: cubierta inclinada de un desván habitable



⑤ Distribución de temperaturas en un elemento formado por varias capas



⑥ Distribución de temperaturas igual que en ②, aunque aquí las diferentes capas se han representado a escala de su respectiva resistencia térmica. La distribución de temp. es lineal en todo el elemento



⑦ Distribución de temperaturas en elementos con diferente aislamiento térmico, para una temperatura interior t_i = 28 °C y una temperatura exterior t_e = −12 °C. La temperatura en la cara interior de la pared t_{pi} es más elevada cuanto mejor es el aislamiento

AISLAMIENTO TÉRMICO
CONCEPTOS – MECANISMOS

El aislamiento térmico sirve para:
- la confortabilidad - protege al hombre del calor excesivo o del frío riguroso,
- ahorrar energía de calefacción,
- evitar daños en la construcción producidos por movimientos de origen térmico o, sobre todo, por la condensación del vapor de agua, a causa de un aislamiento térmico insuficiente o erróneamente colocado.

Definición de los conceptos básicos en DIN 4108 [datos entre corchetes: unidades en el anterior sistema de kcal].

Cantidad de calor, se expresa en Wh [= 1,16 kcal]; temperatura: en °C; gradiente de temperatura: en °K (antes en °C); 1,16 Wh (= 1 kcal) eleva la temperatura de 100 g de agua en 1 °K.

Intercambio de calor, por convección (transmisión de calor), conducción, radiación y difusión de vapor de agua; puede ralentizarse, pero no evitarse, mediante el aislamiento térmico.

Coeficiente de conductividad térmica λ se expresa en W/m °K [kcal/mh °K] y es una propiedad específica de cada **material**; cuanto menor es el valor de λ, menor es la conductividad térmica. Los valores señalados en la norma DIN 4108 están multiplicados por un coeficiente de mayoración para su aplicación práctica; ¡los «valores obtenidos por medición directa» no son comparables!

La **resistencia térmica interna** $1/\Lambda$ se expresa en m² °K/W [m²h °K/kcal] y es una propiedad que depende del espesor: $1/\Lambda = e/\lambda$ (e = espesor de la capa en m); se puede calcular con mayor facilidad multiplicando el espesor de cada capa e' (en cm) por el factor E': $1/\Lambda = e' \cdot E'$. El valor del aislamiento térmico es importante para cumplir la norma DIN 4108, «Distribución de temperaturas en un elemento constructivo y peligro de condensación» (→ véase más abajo).

La resistencia térmica superficial $1/\alpha$ es el valor del aislamiento térmico de la superficie en contacto con el aire. Cuanto menor es la velocidad del aire mayor es el valor de $1/\alpha$; en la cara exterior de un elemento de obra ($1/\alpha_e$) 0,04 (si hay un revestimiento exterior, 0,08), en la cara interior ($1/\alpha_i$).
La resistencia térmica total 1/k se expresa en m² °K/W [m²h °K/kcal] y es la suma de las resistencias de un elemento de obra a la transmisión de calor: $1/k = 1/\alpha_i + 1/\Lambda + 1/\alpha_e$ (su inverso, k —coeficiente de transmisión térmica— indica la pérdida de calor de un elemento de obra en W/m² °K [kcal/m²h °K] y sirve como punto de partida para el cálculo de una instalación de calefacción).

El **coeficiente de transmisión térmica** k se expresa en W/m² °K [kcal/m²h°K] el valor inverso de la resistencia térmica total, 1/k, es en la actualidad el dato más importante para el cálculo del aislamiento térmico. En las normas DIN 4108 y NBE-CT-79 se fija el valor mínimo de k para diferentes casos. También se utiliza para calcular la instalación de calefacción. La resistencia media de un paramento k_m se calcula a partir de la transmisión térmica a través de la pared y las ventanas, multiplicando los correspondientes coeficientes de transmisión térmica por la superficie respectiva:

$$k_{G(V+P)} = (k_V \cdot S_V + k_p \cdot S_p) : (S_V + S_p)$$

k_G = Transmisión térmica global de un edificio, se calcula a partir de la transmisión térmica a través de los diferentes cerramientos: paredes (P), ventanas (V), cubierta (C), terreno (T) y cámara ventilada (CV), aplicando coeficientes de minoración en el cálculo de la transmisión térmica a través de la cubierta y la superficie, en contacto con el terreno

$$k_G = \frac{k_P \cdot S_P + k_V \cdot S_V + k_{CV} \cdot S_{CV} + 0,8\ k_C \cdot S_C + 0,5\ k_T \cdot S_T}{S_P + S_V + S_{CV} + S_C + S_T}$$

Transmisión térmica a través de un elemento: una determinada cantidad de calor supera la capa de aire adyacente a la cara interior, llegando así desde el ambiente exterior al interior del elemento: vence su resistencia térmica, llega a la cara exterior y supera la capa de aire adyacente a ella, y finalmente alcanza el ambiente exterior → ①.
La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior se reparte a lo largo de las diferentes capas intermedias, en proporción al porcentaje en que contribuye cada una de ellas a la resistencia térmica total 1/k → ②.

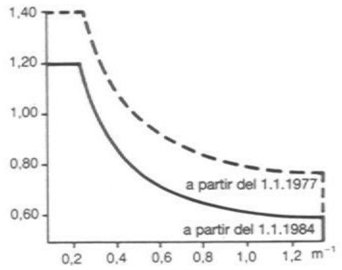
1.^{er} ejemplo: $1/\alpha_i + 1/\Lambda + 1/\alpha_e = 0,13 + 0,83 + 0,04 = 1,00$
$1/\alpha_i : 1/\Lambda : 1/\alpha_e = 13\,\% + 83\,\% + 4\%$
Para una diferencia entre el interior y el exterior de 40 °K resulta:
$1/\alpha_i$ 13 % · 40 °K = 5,2 °K
$1/\Lambda$ 83 % · 40 °K = 33,2 °K
$1/\alpha_e$ 4 % · 40 °K = 1,6 °K
2.° ejemplo: Si $1/\Lambda$ = 0,33, el porcentaje sería el siguiente:
0,13 : 0,33 : 0,04 = 26 % : 66 % : 8 %
¡A la capa de aire interior le corresponderían por lo tanto 26 % · 40 = 10,4 °K, es decir, que la superficie interior de la pared estaría a una temperatura 10,4 °K más baja que el ambiente interior! Por consiguiente, cuanto menor es el aislamiento térmico de un elemento, menor es la temperatura en la superficie de la cara interior → ⑦ y, por lo tanto, es más fácil que se condense allí el vapor de agua.
Como la distribución de temperaturas depende del aislamiento térmico de cada una de las capas, se ajustará a una línea recta si, el elemento, se representa a escala del aislamiento térmico de cada una de las capas → ⑤,⑥; de esta manera se visualizan con mayor facilidad las características térmicas del elemento correspondiente. La distribución de temperaturas, además de servir para averiguar cómo y dónde se producirán condensaciones, es importante sobre todo para conocer la dilatación térmica de cada una de las capas de un elemento → p. 112.

Normativa

Desde el 1 de enero de 1984 es de obligado cumplimiento en Alemania, la norma ETB sobre aislamiento térmico en la edificación. Se basa en la norma DIN 4108, en la que se definen los conceptos básicos, las unidades de cálculo, diversas fórmulas y determinados requisitos; también ofrece indicaciones para el aislamiento térmico y el almacenamiento de calor.
El aislamiento térmico es importante en la edificación para:
- asegurar unas condiciones climáticas e higiénicas en el interior que beneficien la salud de los habitantes;
- proteger la construcción del efecto de la humedad del aire y los daños que pueda ocasionar;
- disminuir el consumo de energía en las instalaciones de climatización y calefacción;
- reducir los costos de mantenimiento.

El aislamiento térmico de un edificio depende de:
- la resistencia térmica, es decir, el coeficiente de resistencia térmica de cada uno de los elementos del cerramiento (paredes, cubiertas, ventanas, puertas) y su proporción respecto a la superficie perimetral de transmisión térmica;
- el orden de cada una de las capas en los elementos de cerramiento, así como de su capacidad para almacenar calor (condensación de agua, aislamiento térmico en verano);
- la transmisión energética, tamaño y orientación de las ventanas, atendiendo a las normas sobre aislamiento térmico;
- la permeabilidad al aire de todos los elementos de cerramiento (juntas, uniones);
- la ventilación.

Requisitos para delimitar la transmisión térmica (pérdidas de calor por conducción) en edificios con una temperatura interior normal. Los límites a las pérdidas por conducción se han de comprobar en la tabla 1 o 2.



máximo valor de k_G en función del factor de forma (S/V)

1. Requisitos que deben cumplir los coeficientes de transmisión térmica en función del factor de forma f = S/V (relación entre la superficie perimetral transmisora de calor y el volumen que delimita).

Los valores del coeficiente global de transmisión de calor k_{Gmax} fijado en la tabla 1, en función del factor de forma S/V, no deben superarse.

Tabla 1

Máximo valor del coeficiente global de transmisión térmica k_G, en función del factor de forma S/V

S/V[1] en m^{-1}	$k_{G,max}$ en W/(m² °K)
≦0,22	1,20
0,30	1,00
0,40	0,86
0,50	0,78
0,60	0,73
0,70	0,69
0,80	0,66
0,90	0,63
1,00	0,62
≧1,10	0,60

[1] Los valores intermedios se han de calcular según la fórmula:

$$k_{G,max} = 0{,}45 + 0{,}165 \cdot \frac{1}{S/V} \text{ en W/(m}^2\text{°K)}$$

1.1 Cálculo de la superficie total de cerramiento S.
La superficie total de cerramiento, S, de un edificio se calcula de la siguiente manera: $S = S_P + S_V + S_C + S_T + S_{CV}$
donde:

- S_P es la suma de las superficies de los cerramientos en contacto con el aire exterior, en los desvanes habitables se ha de contar también la superficie en contacto con el espacio sin calefacción. Se emplean las medidas exteriores del edificio desde el nivel del terreno, o en caso de existir un forjado a mayor profundidad, desde el canto superior del suelo hasta el canto superior del forjado superior o el canto superior de la capa de aislamiento térmico.
- S_V es la suma de las superficies acristaladas (ventanas, claraboyas, lucernarios); se calcula a partir de las luces de obra.
- S_C es la suma de las superficies de techo o cubierta con aislamiento térmico.
- S_T es la suma de las superficies en contacto con el terreno. Se tiene en cuenta la superficie en planta del primer forjado, o el techo del sótano si éste no está caldeado. En caso de que exista calefacción en el sótano, a la superficie S_T se le ha de sumar la parte de paredes verticales en contacto con el terreno, además de la superficie del sótano.
- S_{CV} La superficie del techo en contacto con una cámara ventilada.

2. Requisitos que deben cumplir los coeficientes de transmisión térmica de cada uno de los elementos en contacto con el exterior

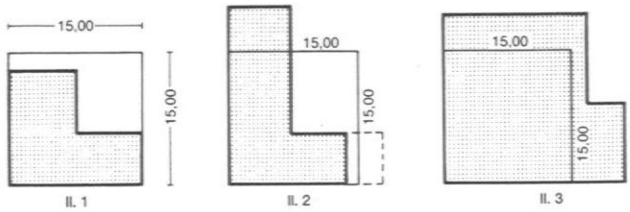
Los requisitos para limitar las pérdidas de calor por conducción, pueden considerarse satisfactorios cuando el coeficiente de transmisión térmica de los elementos de cerramiento de un espacio con calefacción en contacto con el exterior, no superan el valor máximo indicado en la tabla 2.

Tabla 2

Coeficientes de transmisión térmica para cada uno de los elementos de cerramiento de un edificio

Línea	Elemento		Máximo valor del coeficiente de transmisión térmica en W/(m²°K)
1	2	3	4
1.1	Cerramientos verticales, incluidas ventanas y puertas acristaladas	Edificios cuya planta[1] no circunscribe un cuadro de 15 m de lado (dibujos 1 y 2)	$k_{P+V} \leqq 1{,}20$
1.2		Edificios cuya planta[1] circunscribe un cuadro de 15 m de lado (dibujo 3)	$k_{P+V} \leqq 1{,}50$
2	Forjados situados debajo de desvanes no habitables y cubiertas (incluidas las cubiertas inclinadas) en contacto con el exterior		$k_C \leqq 0{,}30$[2]
3	Techos de sótanos, paredes y techos en contacto con espacios sin calefacción, así como techos y paredes en contacto con el terreno		$k_T \leqq 0{,}55$

[1] Para la clasificación de un edificio en la línea 1.1 o 1.2 se ha de emplear la planta que posea el menor valor de k_{P+V}. En los edificios con plantas muy diferentes entre sí, los cálculos se han de efectuar planta por planta.
[2] En este valor han de estar incluidas las ventanas y claraboyas de la cubierta.



2.1. Cálculo del coeficiente medio de transmisión térmica de las paredes exteriores.
El coeficiente medio de transmisión térmica k_{P+V} de las paredes exteriores se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$k_{P+V} = \frac{k_V \cdot S_V + k_P \cdot S_P}{S_V + S_P}$$

Las superficies S_V y S_P, así como los coeficientes de transmisión térmica k_V y k_P, se han de calcular según 1.1 y 1.3.

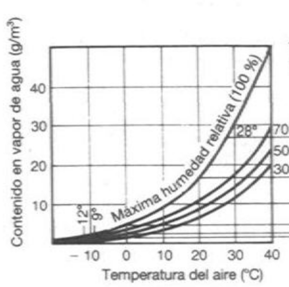
Tabla 3

Máxima transmisión térmica en cada elemento, de una construcción de nueva planta o en una obra de rehabilitación

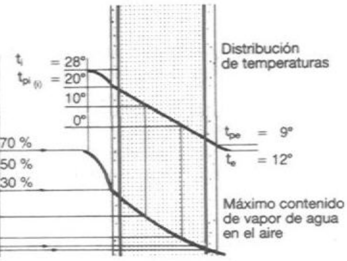
Línea	Elemento	Máximo valor del coeficiente de transmisión térmica en W/(m²°K)[1]	Espesor mínimo de la capa de aislamiento[2]
	1	2	3
1	Paredes exteriores	0,60	50 mm
2	Ventanas	Acristalamiento doble, con o sin cámara de aire	
3	Forjados situados debajo de desvanes no habitables y cubiertas (incluidas las cubiertas inclinadas) en contacto con el exterior	0,45	80 mm
4	Techos de sótanos, paredes y techos en contacto con espacios sin calefacción, así como techos y paredes en contacto con el terreno	0,70	40 mm

[1] El coeficiente de transmisión térmica se ha de calcular teniendo en cuenta todas las capas del elemento correspondiente.
[2] El valor del espesor se ha calculado para λ = 0,04 W/(mK). Si se emplean materiales con una conductividad térmica distinta o aislantes especiales, se ha de averiguar el espesor mínimo en cada caso. A las planchas de lana mineral o espuma rígida, puede asignárseles una conductividad térmica de 0,04 W/(mK).

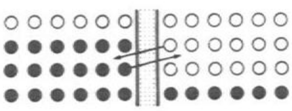
DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA



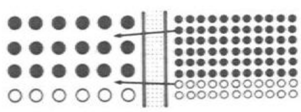
① Contenido de vapor de agua en el aire en función de la humedad relativa



② La curva del máx. contenido en vapor de agua, de la curva de saturación de la presión parcial de vapor en el aire, difundido a través de un elemento se obtiene a partir de la distrib. de temperat. en dicho elem.



③ Diferencia relativa de la presión parcial de vapor entre las dos caras de un elemento



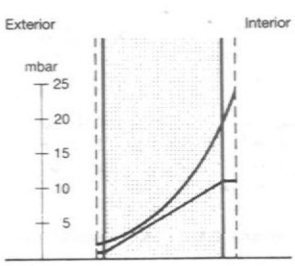
④ Diferencia absoluta de la presión parcial de vapor entre las dos caras de un elemento

Temp. °C	Máx. presión parcial del v. del aire (kp/m²)
− 10°	26,9
− 5°	40,9
± 0	62,3
± 5	88,9
+ 10	125,2
+ 15	173,9
+ 20	238,1
+ 25	323,0

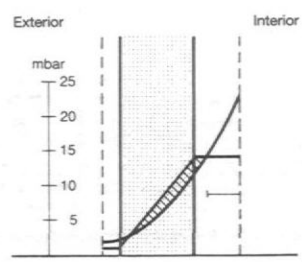
⑤ Presión parcial del vapor del aire

Temp. exterior (°C)	Humedad relativa 50	60	70
− 12°	33,5%	25%	17,8%
− 15°	30,8%	23%	16,2%
− 18°	28,4%	21%	15 %

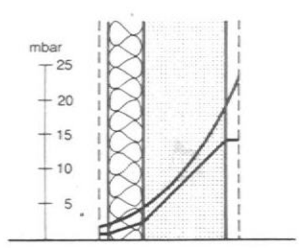
⑥ Máximo porcentaje de la capa adyacente de aire hasta la barrera de vapor (X)



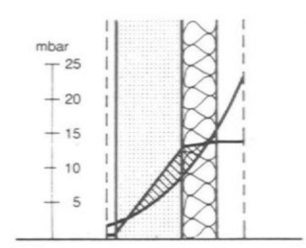
⑦ La presión parcial de vapor se mantiene por debajo del valor límite: no hay condensaciones



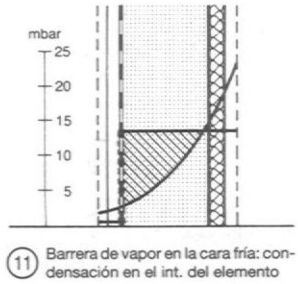
⑧ Demasiado porcentaje aislante de la capa de aire adyacente a la cara int. del elemento, respecto al aislamiento total. X = máx. porcentaje aislante de la capa de aire adyac.



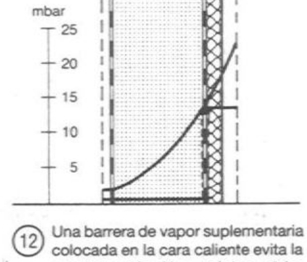
⑨ El factor de posición = pendiente de la curva, disminuye hacia el exterior: ¡correcto!



⑩ Orden erróneo de las capas: el factor de posición = pendiente de la curva, crece hacia afuera: ¡condensación en el interior del elemento!



⑪ Barrera de vapor en la cara fría: condensación en el int. del elemento



⑫ Una barrera de vapor suplementaria colocada en la cara caliente evita la condensación. X = máximo aislamiento térmico en la cara interior de la barrera de vapor

El vapor de agua, estado gaseoso del agua, se produce por evaporación (en el punto de ebullición) y vaporación (a cualquier temperatura); el calor necesario para el cambio de estado (aprox. 700 Wh) se extrae del entorno. El vapor de agua que contiene el aire es invisible (las «nubes de vapor de agua» son gotas de agua que flotan en el aire).

El aire sólo puede contener una determinada cantidad de vapor de agua: cuanto más caliente sea el aire, tanto mayor puede ser esa cantidad. La **humedad relativa** indica el porcentaje de vapor de agua contenido en el aire respecto a ese valor máximo. Si **desciende** la temperatura del aire, **aumenta** su humedad relativa, a pesar de que la cantidad absoluta de vapor de agua no varía.

Ejemplo: contenido en vapor de agua del aire a 12,3 mbar
aire a 20 °C; 12,3 mbar / 23,4 mbar = 52 %
aire a 15 °C; 12,3 mbar / 17,5 mbar = 72 %
aire a 10 °C; 12,3 mbar / 12,3 mbar = 100 %

Si en este ejemplo siguiera descendiendo la temperatura del aire, el vapor de agua se condensaría: de esta manera se produce el rocío en las hojas de las plantas. Por lo que, **la temperatura** a la que el aire alcanza el 100 % de humedad relativa se denomina punto de rocío, de la correspondiente mezcla de aire y vapor de agua.

La presión atmosférica es de 1 bar o 1000 mbar (Pascal en el S.I.); en una mezcla de aire y vapor de agua, parte de esta presión la origina el vapor de agua y se denomina presión parcial de vapor. Por consiguiente, esta magnitud sirve para indicar el contenido en vapor de agua del aire (véase tabla → ⑤), ya que de esta manera pueden representarse con mayor claridad los fenómenos de difusión (0,6/mbar ≙ 1 g de agua/kg de aire). Por lo tanto, las diferencias en la presión parcial de vapor → ③ expresan un contenido diferente en moléculas de vapor de agua, para una misma presión global del aire. (A la inversa: diferencia absoluta de la presión global en sentido de un generador de vapor → ④, por ejemplo, en las burbujas del revestimiento de la cubierta → p. 77 y ss.).

También las diferencias en la presión parcial de vapor tienden a equilibrarse mediante difusión, atravesando las diferentes capas que forman los elementos de la construcción. Cada una de las capas opone una resistencia a la difusión μ.e (cm, m), que indica el espesor de la capa de aire, que tendría una resistencia a la difusión equivalente; se calcula como producto del espesor de la capa correspondiente, e, y el coeficiente de resistencia a la difusión μ (→ p. 115 + 116).

Durante el proceso de difusión, se produce una caída en la presión parcial del vapor en el interior de los elementos de la construcción. De manera análoga a lo que ocurre con la distribución de temperaturas en el interior de un elemento determinado, este gradiente de presiones se distribuye, entre cada una de las capas, proporcionalmente a su coeficiente de resistencia a la difusión. Las capas de aire adyacentes a las superficies del elemento pueden despreciarse debido a su espesor insignificante (0,5 cm en el exterior, 2,0 cm en el interior).

Ejemplo: en el interior: 20 °C/50 % ≙ 11,7 mbar en el exterior: 15 °C/80 % ≙ 1,3 mbar
diferencia: 11,7 − 1,3 = 10,4 mbar
Pared de 24 cm (ladrillo perforado); μ · e: 4,5 · 24,0 = 108 cm 94,7 % · 105 = 9,8 mbar
Enyesado interior 1,5 cm; μ · e: 6,0 · 1,0 = 6 cm 5,3 % · 105 = 0,6 mbar
114 cm 100 %

Ejemplos de difusión

Para evitar desperfectos en una construcción hay que evitar que el vapor de agua se condense en el interior de los materiales. La condensación se produce allí donde el contenido real en vapor de agua del aire supere el valor de saturación. En los ejemplos ⑦ − ⑫ se representan las distintas capas de un elemento, incluidas las capas adyacentes de aire, en proporción a su capacidad de aislamiento térmico (véase p. 114); la línea curva representa la presión parcial de vapor máxima en función de la temperatura del aire en cada punto. Para evitar los posibles daños es importante:

- **Suficiente aislamiento térmico**

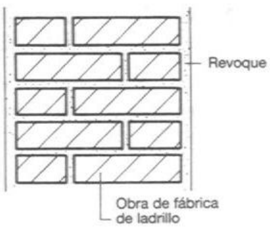
En el ejemplo ⑦ se representa un elemento, formado por una sola capa, en el que no hay riesgo de condensación pero, en el ejemplo ⑧, hay peligro de condensación en la cara interior del elemento, porque el porcentaje de la capa de aire adyacente es demasiado grande. La capa de aire adyacente no puede superar un determinado porcentaje X respecto a la resistencia total a la transmisión de calor 1/k → ⑥.

- **Disposición correcta de las diferentes capas**

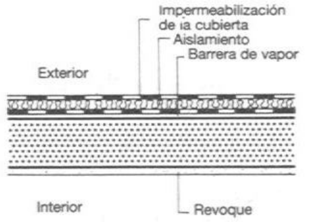
La pendiente de la curva de difusión ha de ser lo más pronunciada posible en el interior del elemento y, en el exterior, lo más plana posible → ⑨; en caso contrario aparecen condensaciones → ⑩. Esta pendiente depende del factor de posición μ·λ; en el interior: elevada resistencia a la difusión, buena conductividad térmica = factor de posición μ·λ elevado; en el exterior: baja resistencia a la difusión, escasa conductividad térmica = factor de posición μ·λ reducido.

- **Barrera de vapor en la posición adecuada**

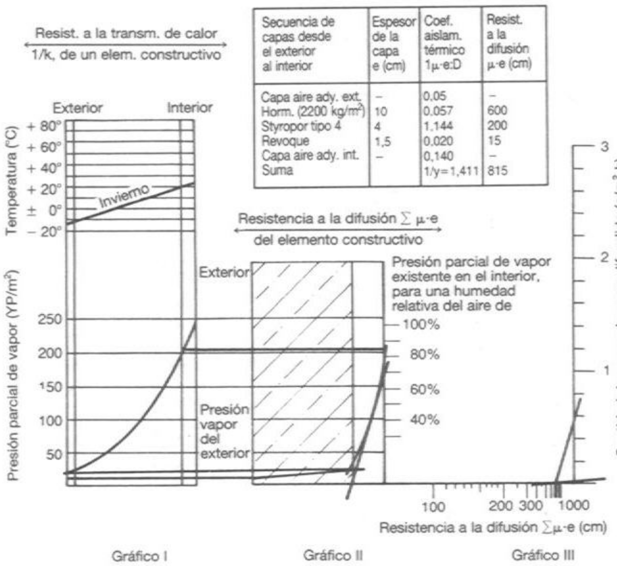
Si la barrera de vapor se coloca en la cara exterior, toda la caída de presión de vapor se concentra allí: como resultado aparecen condensaciones → ⑪. ¡Para evitarlo se ha de colocar la barrera de vapor en el interior, teniendo en cuenta que las capas situadas dentro de la barrera de vapor no deben superar un determinado porcentaje X, respecto a la resistencia total a la transmisión de calor 1/k (→ ⑥)!



(1) Pared maciza sin aislamiento

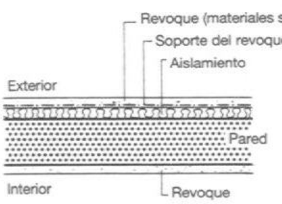


(2) Cubierta maciza con una piel exterior estanca al vapor



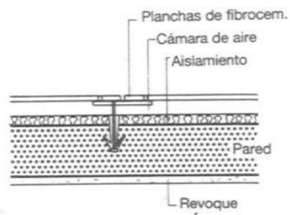
Secuencia de capas desde el exterior al interior	Espesor de la capa e (cm)	Coef. aislam. térmico 1μ·e:D	Resist. a la difusión μ·e (cm)
Capa aire ady. ext.	–	0,05	–
Horm. (2200 kg/m²)	10	0,057	600
Styropor tipo 4	4	1,144	200
Revoque	1,5	0,020	15
Capa aire ady. int.	–	0,140	–
Suma		1/y=1,411	815

(3) Estudio sobre posibles condensaciones en una cubierta



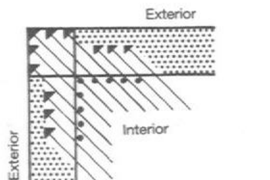
(4) Pared maciza con piel exterior estanca al vapor

Piel exterior

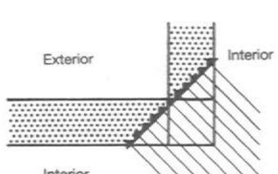


(5) Pared maciza con cámara ventilada detrás de la piel exterior

Piel exterior



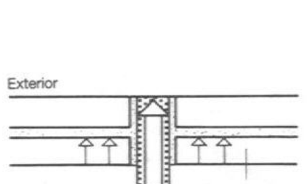
(6) En la superficie interna de una esquina exterior aparecen condensaciones



(7) En las esquinas interiores no se producen condensaciones



(8) Si la superficie exterior de los puentes térmicos es grande, aparecen condensaciones (elevada pérdida de calor por unidad de superficie)



(9) Si la superficie interior de los puentes térmicos es grande, la pérdida de calor por unidad de superficie es bastante menor

Sistemas constructivos sin barrera de vapor → (1)
Los sistemas tradicionales de construcción no incluyen ninguna capa que actúe como barrera contra el vapor. Las capas se han de disponer de manera que no aparezcan condensaciones: suficiente aislamiento acústico y factor de posición decreciente del interior al exterior → p. 112 (7) – (8). En espacios con mucha humedad (por ejemplo, piscinas cubiertas) se ha de comprobar matemática o gráficamente la distribución de la presión de vapor → (5).
Importante: en el revoque convencional, situado en la cara exterior de la capa de aislamiento térmico, pueden producirse grietas, por la acumulación de calor y la existencia de un subsuelo con poca resistencia al empuje hidrostático, para evitarlas se ha de armar el revoque, por ejemplo, con fibra de vidrio → (3) (este procedimiento no es adecuado en las piscinas cubiertas → p. 226 - 227).

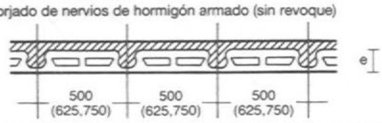
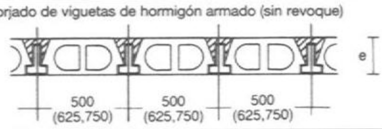
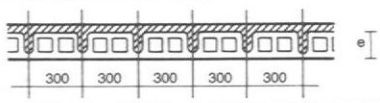
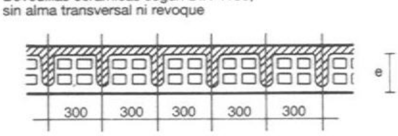
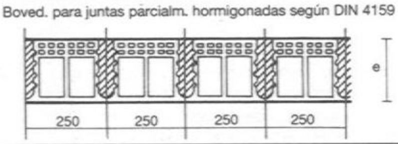
Sistemas de construcción con barrera de vapor → (2)
El nuevo sistema constructivo (cubierta caliente, fachada caliente) con una capa exterior que frena el vapor, obliga a colocar una barrera contra el vapor en el interior → p. 112 (8) – (10). Esta barrera es difícil de ejecutar en los paramentos verticales, en los cuales es mejor emplear un sistema constructivo que incluya una cámara ventilada detrás de la piel exterior (excepción: fachadas prefabricadas). Importante: el aislamiento térmico de las capas situadas hasta la barrera contra el vapor, incluida la capa adyacente de aire, no puede superar una determinada proporción de la resistencia total a la transmisión de calor. En las construcciones macizas, la barrera de vapor se ha de proteger contra daños mecánicos mediante una capa de compensación → p. 80 y ss. Como en la cara interior de la barrera de vapor no existe presión de vapor de compresión, sino únicamente presión parcial de vapor → p. 110, no tiene sentido la, tan frecuentemente recomendada, «compensación de presiones» mediante esta capa (caso contrario: capas de compensación debajo de la cubierta → cubierta plana → p. 80 y ss.).

Sistemas de construcción con cámara ventilada detrás de la piel exterior → (4)
La ventilación de la cámara anula el efecto de estanquidad de las capas exteriores relativamente impermeables al vapor. Requisitos: espesor mínimo de la cámara en cualquier punto: 2 cm; el funcionamiento de la ventilación de la cámara de aire depende de la diferencia de altura entre la entrada y la salida de aire (pendiente mínima entre ambas: 10 %). Si la pendiente es menor, la barrera de vapor es necesaria (colocación: → sistemas constructivos con barrera de vapor) y la capa inferior ya debería tener una resistencia a la difusión $\mu \cdot e \geqq 10$ m (en piscinas cubiertas $\geqq 100$ m), ya que en caso contrario hay una transmisión excesiva de vapor y aparecen condensaciones en la capa exterior. Las capas interiores se han de disponer como si se tratara de un sistema constructivo sin barrera de vapor. **¡Sin embargo, la capa interior siempre ha de ser estanca al aire!**

Los puentes térmicos son aquellos elementos de la construcción que —en comparación con los elementos contiguos— ofrecen un aislamiento térmico menor, por lo que, el porcentaje de la capa adyacente de aire en la resistencia a la transmisión térmica es mayor, de manera que la temperatura superficial en la cara interior de los puentes térmicos disminuye y pueden aparecer condensaciones → (8). En cambio, la elevación de los costes de calefacción es insignificante siempre y cuando el puente térmico sea relativamente pequeño: cosa que no ocurre en las ventanas con acristalamiento simple, que también se han de considerar como puentes térmicos → p. 110 (7).
Para evitar las condensaciones en la superficie de los diferentes elementos de una construcción, y sus consecuencias desagradables (formación de moho, etc.), se ha de elevar la temperatura de la cara interior de los puentes térmicos. A ser posible mediante:

reducción de la fuga de calor, a través de los puentes térmicos, colocando una capa aislante frente al «frío del exterior» (al elevar el aislamiento térmico disminuye el porcentaje de la capa de aire adyacente en la resistencia total a la transmisión de calor, 1/k);

elevación de la aportación de calor en los puentes térmicos aumentando la superficie interior de los mismos y la conductividad térmica de los elementos contiguos y facilitando la llegada de aire caliente. Con ello se reduce, de hecho, la resistencia a la transmisión térmica $1/\alpha_i$ respecto al puente térmico, y con ello también se disminuye el porcentaje de la capa adyacente de aire a la resistencia total a la transmisión de calor 1/k.
En (8) se muestra un ejemplo típico. Sin embargo, la esquina convencional de un edificio → (6) también constituye un puente térmico, ya que allí, al contrario de lo que ocurre en el caso (7), a una menor superficie interior caldeada le corresponde una mayor superficie exterior que desprende calor; a esto se le añade que el aislamiento de la capa de aire adyacente es considerablemente mayor en las esquinas que en los paramentos rectos.
Por este motivo, en los edificios cuyas paredes poseen el mínimo aislamiento térmico necesario, aparecerán a menudo condensaciones en las esquinas y se formará moho.

Descripción y representación	Espesor e (mm)	Resistencia a la transmisión de calor 1/Λ m²·K/W – En el medio	Resistencia a la transmisión de calor 1/Λ m²·K/W – En el lugar menos favorable
1. Hormigón armado			
Forjado de nervios de hormigón armado (sin revoque) 	120 140 160 180 200 220 250	0,20 0,21 0,22 0,23 0,24 0,25 0,26	0,06 0,07 0,08 0,09 0,10 0,11 0,12
Forjado de viguetas de hormigón armado (sin revoque) 	120 140 160 180 200 220 240	0,16 0,18 0,20 0,22 0,24 0,26 0,28	0,06 0,07 0,08 0,09 0,10 0,11 0,12
2. Forjados de nervios y viguetas de hormigón armado según DIN 1045 y bovedillas según DIN 4160			
Bovedillas cerámicas según DIN 4160 con alma transversal (sin revoque) 	115 140 165	0,15 0,16 0,18	0,06 0,07 0,08
Bovedillas cerámicas según DIN 4160, sin alma transversal ni revoque 	190 225 240 265 290	0,24 0,26 0,28 0,30 0,32	0,09 0,10 0,11 0,12 0,13
3. Forjados de cerámica armada según DIN 1045 y bovedillas según DIN 4159			
Boved. para juntas parcialm. hormigonadas según DIN 4159 	115 140 165 190 225 240 265 290	0,15 0,18 0,21 0,24 0,27 0,30 0,33 0,36	0,06 0,07 0,08 0,09 0,10 0,11 0,12 0,13
Bovedillas para juntas totalmente hormigonadas según DIN 4159 	115 140 165 190 225 240 265 290	0,13 0,16 0,19 0,22 0,25 0,28 0,31 0,34	0,06 0,07 0,08 0,09 0,10 0,11 0,12 0,13
4. Bovedillas huecas de hormigón armado según DIN 1045			
(sin revoque) 	65 80 100	0,13 0,14 0,15	0,03 0,04 0,05

(1) Resistencia a la transmisión de calor (aislamiento térmico) 1/Λ (m² · k/W)

Tipo de hormigón	Peso del hormigón kg/m²	Espesor (cm) 12,5	18,75	25,0	31,25	37,5
Hormigón celular, hormigón con espuma, endurecido al vapor	400 500 600 800	0,89*** 0,78*** 0,66*** 0,54**	1,34*** 1,17** 0,99** 0,82*	1,79** 1,56** 1,32* 1,09	2,23** 1,95* 1,64* 1,36	2,68** 2,34* 1,97 1,63
Hormigón armado ligero, juntas cerradas con arcilla expandida, pizarra expandida, etc., sin arena de cuarzo	800 1000 1200 1400 1600	0,41** 0,33** 0,25 0,20 0,17	0,63* 0,49* 0,38 0,30 0,26	0,83* 0,66 0,50 0,40 0,34	1,04 0,82 0,63 0,50 0,43	1,29 0,99 0,79 0,60 0,51
Hormigón ligero con aditivos porosos, sin arena de cuarzo	600 1000 1400 1800	0,57*** 0,35 0,22 0,14	0,85** 0,52 0,33 0,20	1,14* 0,69 0,44 0,27	1,42* 0,87 0,55 0,34	1,70 1,04 0,66 0,41
Hormigón armado	(2400)	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18

* Peso por unidad de superficie incluido el revoque ≧ 200 kg/m²
** Peso por unidad de superficie incluido el revoque ≧ 150 kg/m²
*** Peso por unidad de superficie incluido el revoque ≧ 100 kg/m²

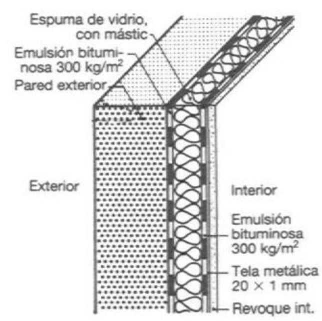
(2) Resistencia a la transmisión de calor 1/Λ (aislamiento térmico; m² · k/w) de grandes elementos de hormigón: el empleo de hormigón armado ligero (por ejemplo, en balcones) implica una mejora de hasta el 68,3 % en el aislamiento térmico.

DETALLES DE AISLAMIENTO TÉRMICO: MUROS EXTERIORES

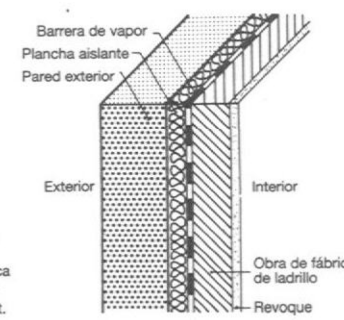
Generalidades: si el aislamiento se coloca en el exterior, no debe emplearse un revoque mineral, sino un revestimiento ventilado por detrás → (7) o revoque de mortero, reforzado con fibra de vidrio, y si se quiere con un revoque superficial mineral.

Puntos críticos: junta en el encuentro con una cubierta plana → p. 78 y ss.; nichos para radiadores → (6); el aislamiento térmico es imprescindible para reducir los costes de calefacción (pared delgada, temperatura más elevada); juntas con las ventanas → (6).

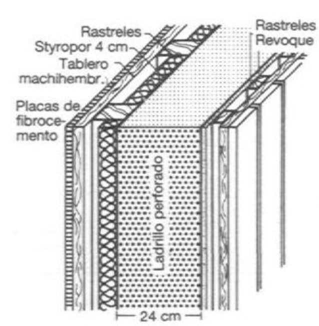
Caso particular: locales de gran humedad (por ejemplo, piscinas cubiertas), mayor aislamiento; la máxima proporción X de las capas interiores (capa adyacente de aire, capas hasta la barrera de vapor, → p. 113) ha de ser menor. Como el revoque de mortero es demasiado estanco en este caso al vapor de agua, es mejor emplear un revestimiento ventilado por detrás → (5) o un sistema constructivo con barrera de vapor → (4).



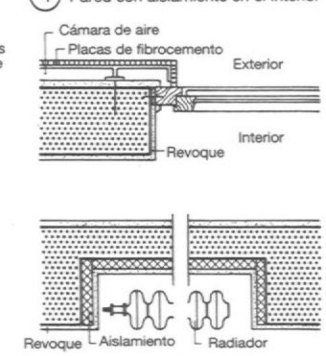
(3) Pared de varias capas con aislamiento en el interior



(4) Pared con aislamiento en el interior

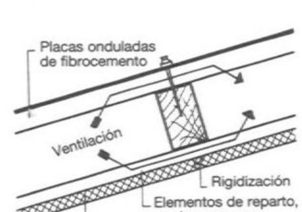


(5) Pared de varias capas sin barrera de vapor



(6) Aislamiento de los nichos para radiadores

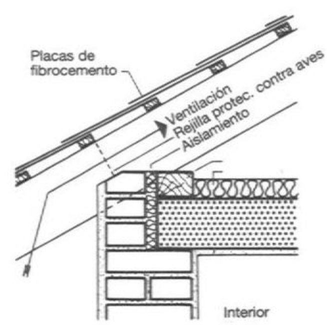
Detalles de aislamiento térmico: cubiertas



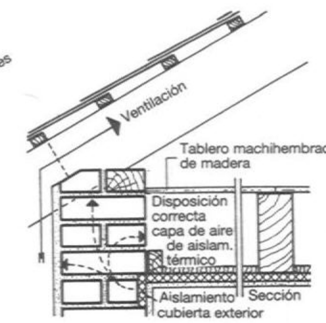
(7) Cubierta de una piscina (cubierta fría)



(8) Cubierta de una piscina con revestimiento de aluminio (cubierta fría)



(9) Cubierta inclinada encima de un forjado plano



(10) Cubierta inclinada sobre un forjado de vigas de madera

Línea	Material	Densidad o tipo de densidad [1) 2)] kg/m³	Valor de cálculo de la conductividad térmica λ_R [2)] W/(m·°K)	Valor absoluto de la resistencia a la difusión del vapor de agua μ [4)]
1 Revoques, imprimaciones y capas de mortero				
1.1	Mortero de cal, mortero de cal hidráulica, mortero mixto de cal y cemento	(1800)	0,87	15/35
1.2	Mortero de cemento	(2000)	1,4	15/35
1.3	Mortero de cal y yeso, mortero de yeso, mortero de anhidrita, mortero de cal y anhidrita	(1400)	0,70	10
1.4	Enlucido de yeso sin aditivos	(1200)	0,35	10
1.5	Imprimación de anhidrita	(2100)	1,2	
1.6	Imprimación de cemento	(2000)	1,4	15/35
1.7	Imprimación de magnesita según DIN 272			
1.7.1	Capa inferior y estructura de un pavimento de dos capas	(1400)	0,47	
1.7.2	Pavimentos industriales	(2300)	0,70	
1.8	Imprimación asfáltica, espesor ≧ 15 mm	(2300)	0,90)	[5)]
2 Elementos de gran formato				
2.1	Hormigón normal según DIN 1045 (hormigón con grava o cascotes), en elementos compactos	(2400)	2,1	70/150
2.2	Hormigón ligero y hormigón armado ligero compacto según DIN 4219 parte 1.ª y 2.ª, elaborado con aditivos porosos según DIN 4226 parte 2.ª y sin arena de cuarzo[6)]	800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1800 2000	0.39 0,44 0,49 0,55 0,62 0,70 0,79 0,89 1,0 1,3 1,6	70/150
2.3	Hormigón celular endurecido al vapor según DIN 4223 *)	400 500 600 700 800	0,14 0,16 0,19 0,21 0,23	5/10
2.4	Hormigón ligero con aditivos porosos, por ejemplo, según DIN 4232			
2.4.1	Con aditivos no porosos según DIN 4226, parte 1.ª, por ejemplo, grava	1600 1800	0,81 1,1	3/10
		2000	1,4	5/10
2.4.2	Con aditivos porosos según DIN 4226, parte 2.ª, sin arena de cuarzo [6)]	600 700 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000	0,22 0,26 0,28 0,36 0,46 0,57 0,75 0,92 1,2	5/15
2.4.2.1	Empleando exclusivamente piedra pómez natural	500 600 700 800 900 1000 1200	0,15 0,18 0,20 0,24 0,27 0,32 0,44	5/15
2.4.2.2.	Empleando exclusivamente arcilla expandida	500 600 700 800 900 1000 1200	0,18 0,20 0,23 0,26 0,30 0,35 0,46	5/15
3 Placas				
3.1	Placas de fibrocemento según DIN 274, partes 1.ª a 4.ª y DIN 18517, parte 1.ª	(2000)	0,58	20/50
3.2	Placas de hormigón celular según DIN 4166			
3.2.1	con espesor normal de juntas y mortero, según DIN 1053, parte 1.ª	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,29	
3.2.2	colocadas con juntas estrechas	500 600 700 800	0,19 0,22 0,24 0,27	5/10
3.3	Placas de hormigón ligero según DIN 18612	800 900 1000 1200 1400	0,29 0,32 0,37 0,47 0,58	5/10
3.4	Placas de yeso según DIN 18163, también con poros, espacios huecos, material de relleno o aditivos	600 750 900 1000 1200	0,29 0,35 0,41 0,47 0,58	5/10
3.5	Placas de cartón-yeso según DIN 18180	(900)	0,21	8
4 Obra de fábrica de ladrillo, incluidas las juntas de mortero				
4.1	Obra de fábrica de ladrillo cerámico según DIN 105, partes 1.ª a 4.ª			
4.1.1	Clinquer macizo, clinquer perforado, clinquer cerámico	1800 2000 2200	0,81 0,96 1,2	50/100
4.1.2	Ladrillo macizo, ladrillo perforado	1200 1400 1600 1800 2000	0,50 0,58 0,68 0,81 0,96	5/10
4.1.3	Ladrillo con huecos A y B según DIN 105, parte 2.ª	700 800 900 1000	0,36 0,39 0,42 0,45	5/10
4.1.4	Ladrillo hueco W según DIN 105; parte 2.ª	700 800 900 1000	0,30 0,33 0,36 0,39	5/10
4.2	Obra de fábrica de bloques de ladrillo de árido calcáreo según DIN 106, partes 1.ª y 2.ª	1000 1200 1400 1600	0,50 0,56 0,70 0,79	5/10 *
		1800 2000 2200	0,99 1,1 1,3	15/25
4.3	Obra de fábrica de bloques de escorias siderúrgicas según DIN 398	1000 1200 1400 1600 1800 2000	0,47 0,52 0,58 0,64 0,70 0,76	70/100
4.4	Obra de fábrica de bloques de hormigón celular según DIN 4165	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,29	5/10
4.5	Obra de fábrica de bloques de hormigón			
4.5.1	Bloques huecos de hormigón ligero según DIN 18151 con aditivos porosos según DIN 4226, parte 2.ª, sin arena de cuarzo [7)]			
4.5.1.1	Bloques de 2 celdas, anchura ≦ 240 mm Bloques de 3 celdas, anchura ≦ 300 mm Bloques de 4 celdas, anchura ≦ 365 mm	500 600 700 800 900 1000 1200 1400	0,29 0,32 0,35 0,39 0,44 0,49 0,60 0,73	5/10
4.5.1.2	Bloques de 2 celdas, anchura = 300 mm Bloques de 3 celdas, anchura = 365 mm	500 600 700 800 900 1000 1200 1400	0,29 0,34 0,39 0,46 0,55 0,64 0,76 0,90	5/10
4.5.2	Bloques macizos de hormigón ligero según DIN 18152			
4.5.2.1	Ladrillos macizos	500 600 700 800 900 1000 1200 1400	0,32 0,34 0,37 0,40 0,43 0,46 0,54 0,63	5/10
		1600 1800 2000	0,74 0,87 0,99	10/15
4.5.2.2	Bloques macizos (excepto bloques macizos de piedra pómez natural según línea 4.52.3 y de hormigón celular según línea 4.52.4)	500 600 700 800 900 1000 1200 1400	0,29 0,32 0,35 0,39 0,43 0,46 0,54 0,63	5/10
		1600 1800 2000	0,74 0,87 0,99	10/15
4.5.2.3	Bloques macizos de piedra pómez natural Hasta la regulación DIN 18152*), los bloques macizos de piedra pómez pueden designarse con la letra W cuando cumplan las siguientes condiciones: a) Aditivos Como aditivo se ha de emplear exclusiv. piedra pómez natural. La mezcla con otros aditivos según DIN 18152/12.78, apart. 4.2, 2.° párrafo y apart. 6.1, 2.° párrafo, no está permitida. b) Forma Las ranuras de los bloques macizos han de estar cubiertas. No están permitidas las ayudas para cogerlos. Siempre han de disponer de muescas en la testa. c) Dimensiones Solo se pueden emplear bloques macizos según DIN 18152/12.78, tabla 2, líneas 9 a 12, columnas 1 a 8. d) Denominación La denominación según DIN 18152 se ha de completar con las letras S-W.	500 600 700 800	0,20 0,22 0,25 0,28	5/10

Física de la construcción
Protección edificios

Línea	Material	Densidad o tipo de densidad [1) 2)] kg/m³	Valor de cálculo de la conductividad térmica λ_R [2)] W/(m·°K)	Valor absol. de la resist. a la difusión del vapor de agua μ [4)]
4.5.2.4	Bloques macizos S-W de arcilla expandida Hasta la regulación según DIN 18152*) los bloques macizos de arcilla expandida con ranura (S) pueden designarse con la letra W cuando cumplan las siguientes condiciones: a) Aditivos Como aditivo se ha de emplear exclusivamente arcilla expandida. La mezcla con otros aditivos según DIN 18152/12.78, apartado 4.2, 2.° párrafo y apartado 6.1, 2.° párrafo, no está permitida, a excepción de la piedra pómez. b) Forma Las ranuras de los bloques macizos siempre han de estar cubiertas. No están permitidas las ayudas para cogerlos. Siempre han de disponer de muescas en las testas. c) Dimensiones Sólo se pueden emplear bloques macizos según DIN 18152/12.78, tabla 2, líneas 9 a 12, columnas 1 a 8. d) Denominación La denominación según DIN 18152 se ha de completar con las letras S-W.	500 600 700 800	0,22 0,24 0,27 0,31	5/10
4.5.3	Bloques huecos y bloques huecos en forma de T de hormigón compacto normal según DIN 18153			
4.5.3.1	Bloques de 2 celdas, anchura ≦ 240 mm Bloques de 3 celdas, anchura ≦ 300 mm Bloques de 4 celdas, anchura ≦ 365 mm	(≦ 1800)	0,92	
4.5.3.2	Bloques de 2 celdas, anchura = 300 mm Bloques de 3 celdas, anchura = 365 mm	(≦ 1800)	1,3	
5 Materiales de aislamiento acústico				
5.1	Planchas ligeras de virutas de madera según DIN 1101[8)] Espesor de las placas ≧ 25 mm = 15 mm	(360-480) (570)	0,093 0,15	2,5
5.2	Planchas ligeras de varias capas según DIN 1104, parte 1.ª, de espuma sintética según DIN 18164, parte 1.ª, con revestimiento de virutas de madera unidas con minerales Planchas de espuma sintética Capas de virutas de madera (cada capa por separado) Espesor ≧ 10 hasta < 25 mm ≧ 25 mm Las capas de virutas de madera (cada capa por separado) con espesor < 10 mm no pueden tenerse en cuenta en el cálculo de la resistencia a la transmisión de calor 1/Λ (véase DIN 1104, parte 1.ª)	(≧ 15) (460-650) (360-460) (800)	0,040 0,15 0,093	20/70
5.3	Materiales de espuma sintética según DIN 18159, partes 1.ª y 2.ª, elaborados *in situ*			
5.3.1	Poliuretano (PUR), espuma *in situ*, según DIN 18159, parte 1.ª	(≧ 37)	0,030	30/100
5.3.2	Resina de formaldeido (UF), espuma *in situ*, según DIN 18159, parte 2.ª	(≧ 10)	0,041	1/3
5.4	Materiales de corcho aislante Planchas de corcho, según DIN 18161, parte 1.ª Grupo de conductividad térmica 045 050 055	(80-500)	0,045 0,050 0,055	5/10
5.5	Materiales de espuma sintética según DIN 18164, parte 1.ª[9)]			
5.5.1	Poliestireno (PS), espuma rígida Grupo de conductividad térmica 025 030 035 040 Espuma de partículas de poliestireno Espuma de poliestireno extrusionado	(≧ 15) (≧ 20) (≧ 30) (≧ 25)	0,025 0,030 0,035 0,040	20/50 30/70 40/100 80/300
5.5.2	Poliuretano (PUR), espuma rígida Grupo de conductividad térmica 020 025 030 035	(≧ 30)	0,020 0,025 0,030 0,035	30/100
5.5.3	Resina de fenol (PF), espuma rígida Grupo de conductividad térmica 030 035 040 045	(≧ 30)	0,030 0,035 0,040 0,045	30/50
5.6	Materiales aislantes de virutas vegetales y minerales según DIN 18165, parte 1.ª[9)] Grupo de conductividad térmica 035 040 045 050	(8-500)	0,35 0,040 0,045 0,050	1
5.7	Espuma de vidrio según DIN 18174 Grupo de conductividad térmica 045 050 055 060	(100 a 105)	0,045 0,050 0,055 0,060	5)
6 Madera y derivados[10)]				
6.1	Madera			
6.1.1	Abeto, pino, rododendro	(600)	0,13	40
6.1.2	Roble, encina	(800)	0,20	
6.2	Derivados de la madera			
6.2.1	Madera contrachapada s. DIN 68705, p. 2.ª a 4.ª	(800)	0,15	50/400
6.2.2	Planchas de madera aglomerada			
6.2.2.1	Planchas planas de madera prensada según DIN 68761, partes 1.ª y 4.ª, DIN 68763	(700)	0,13	50/100
6.2.2.2	Planchas de contrachapado, según DIN 68764 parte 1.ª (planchas macizas o enchapados)	(700)	0,17	20
6.2.3	Planchas de virutas de madera			
6.2.3.1	Planchas de virutas de madera dura según DIN 68750 y DIN 68754, parte 1.ª	(1000)	0,17	70
6.2.3.2	Planchas de virutas de madera porosa según DIN 68750 y bituminosa según DIN 68752	200 300	0,045 0,056	5
7 Revestimientos, materiales de sellado e impermeabilización				
7.1 7.1.1 7.1.2 7.1.3 7.1.4	Revestimientos del suelo Linóleo según DIN 18171 Linóleo de corcho Revest. unidos con linóleo s. DIN 18173 Revest. de productos sintéticos, p.e. PVC	 (1000) (700) (100) (1500)	 0,17 0,081 0,12 0,23	
7.2 7.2.1 7.2.2 7.2.3 7.2.3.1 7.2.3.2 7.2.3.3 7.2.4 7.2.4.1 7.2.4.2 7.2.4.3 7.2.4.4 7.2.5 7.2.5.1 7.2.5.2 7.2.5.3 7.2.5.4	Productos de impermeabilización Mástic asfáltico, espesor ≥ 7 mm Bituminosos Juntas de dilatación en la cubierta Juntas bituminosas según DIN 52128 Juntas bitum. sin recubrir según DIN 52129 Juntas bitum. con lana de vidrio s. DIN 52143 Juntas de material sintético en la cubierta según DIN 16730 (PVC-blando) según DIN 16731 (PIB) según DIN 16732, parte 1.ª (ECB), 2,0 K según DIN 16732, parte 2.ª (ECB) 2,0 Láminas Láminas de PVC, espesor ≥ 0,1 mm Láminas de polietileno, espesor ≥ 0,1 mm Láminas de aluminio, espesor ≥ 0,05 mm Otras láminas metálicas ≥ 0,1 mm	 (2000) (1100) (1200) (1200)	 0,70 0,17 0,17 0,17	 5) 10000/80000 2000/20000 20000/60000 10000/25000 400000/ 1750000 50000/75000 20000/50000 100000 5) 5)
8 Otros materiales usuales[11)]				
8.1	Vertidos sueltos[12)], cubiertos			
8.1.1	De materiales porosos Perlita expandida Mica expandida Virutas de corcho, expandidas Pómez siderúrgico Arcilla expandida, pizarra expandida Grava de piedra pómez Lava celular	 (≦ 100) (≦ 100) (≦ 200) (≦ 600) (≦ 400) (≦ 1000) ≦ 1200 ≦ 1500	 0,060 0,070 0,050 0,13 0,16 0,19 0,22 0,27	
8.1.2	Partículas de espuma de poliestireno	(15)	0,045	
8.1.3	Arena, grava, cascotes (secos)	(1800)	0,70	
8.2	Azulejos	(2000)	1,0	
8.3	Vidrio	(2500)	0,80	
8.4	Piedra natural			
8.4.1	Piedras metamórficas cristalizadas (granito, basalto, mármol)	(2800)	3,5	
8.4.2	Piedras sedimentarias (piedra arenisca, cal de conchas)	(2600)	2,3	
8.4.3	Piedra natural porosa de origen volcánico	(1600)	0,55	
8.5	Suelo (humedad natural)			
8.5.1	Arena, arena gruesa		1,4	
8.5.2	Suelo compacto		2,1	
8.6	Cerámica y mosaico	(2000)	1,2	100/300
8.7	Revoque aislante	(600)	0,20	5/20
8.8	Revoque con resinas sintéticas	(1100)	0,70	50/200
8.9	Metales			
8.9.1	Acero		60	
8.9.2	Cobre		380	
8.9.3	Aluminio		200	
8.10	Caucho (compacto)	(1000)	0,20	

1) Los valores de los espesores señalados entre paréntesis, sólo sirven para calcular la masa por unidad de superficie, por ejemplo, para comprobar la protección térmica en verano.

2) Los espesores de la piedra son denominaciones de clase, de acuerdo con las normas del material correspondiente.

3) Los valores de cálculo de la conductividad térmica λ_R pueden reducirse en 0,06 W/(m·°K) si en la obra de fábrica de ladrillo se emplean morteros ligeros, de densidad ≦ 1000 kg/m³, con aditivos porosos, según DIN 4226 parte 2.ª, sin arena de cuarzo; de todas maneras, estos valores reducidos, en el caso de los bloques de hormigón celular —línea 4.4— y en los bloques macizos de pómez natural y arcilla expandida —líneas 4.5.2.3 y 4.5.2.4— no pueden ser inferiores a los indicados en las líneas 2.3, 2.4.2.1 y 2.4.2.2.

4) Se ha de utilizar en cada caso el valor más desfavorable. Sobre la aplicación de los valores de μ véase DIN 4108, parte 3.ª y los ejemplos de DIN 4108, parte 5.ª.

5) Prácticamente estanco al vapor. Según DIN 52615, parte 1.ª : s_j ≧ 1500 m.

6) Si se emplea arena de cuarzo, los valores de cálculo de la conductividad térmica aumentan un 20%.

7) Los valores de cálculo de la conductividad térmica en el caso de bloques huecos con arena de cuarzo se han de incrementar un 20% para los bloques de 2 celdas, y un 15% para los bloques de 3 y 4 celdas.

8) Las planchas con un espesor menor a 15 mm no pueden considerarse al calcular el aislamiento térmico (véase DIN 1101).

9) En las planchas de amortiguación de los ruidos de impacto, espumas o fibras sintéticas, el valor de la resistencia a la transmisión de calor 1/Λ se obtiene a partir de los datos indicados en DIN 18164, parte 2.ª y DIN 18165, parte 2.ª.

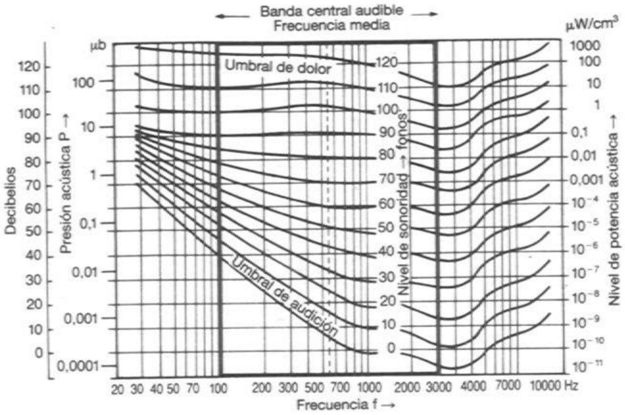
10) Los valores de cálculo indicados para la conductividad térmica λ_R son válidos para maderas perpendiculares a las fibras y para productos de madera perpendiculares al plano de las planchas. Para madera cortada en el sentido de las fibras se puede emplear, de forma aproximada, el valor indicado, multiplicado por 2,2 cuando no exista un dato más preciso.

11) Estos materiales no están normalizados en lo que a sus propiedades de aislamiento térmico se refiere. Los valores indicados para la conductividad térmica son el límite superior.

12) La densidad en el caso de vertidos sueltos, se refiere a la densidad final del vertido.

(1) Datos técnicos sobre el aislamiento térmico y la protección ante la humedad

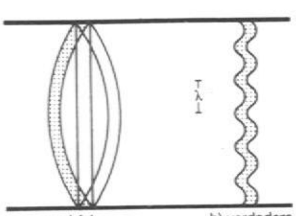
→ 🕮



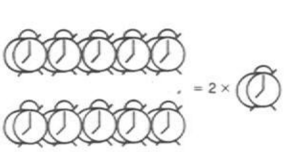
① Relación entre nivel de sonoridad (fonos), presión acústica (µbar), nivel de intensidad acústica (dB) y nivel de potencia acústica (µW/cm²)

0- 10	Umbral de audición.
20	Suave crujir de las hojas.
30	Límite inferior de los ruidos domésticos más usuales.
40	Nivel medio de los ruidos domésticos. Conversaciones en voz baja. Calle residencial tranquila.
50	Conversaciones normales. Música de radio a volumen normal en una sala cerrada.
60	Ruido de un aspirador silencioso. Nivel normal de ruido en una calle comercial.
70	Máquina de escribir, timbre de teléfono a 1 m de distancia.
80	Calle muy transitada. Sala de máquinas de escribir.
90	Taller ruidoso.
100	Bocina de coche a 7 m de distancia. Motocicleta.
100 -130	Taller muy ruidoso. (Cerrajería)

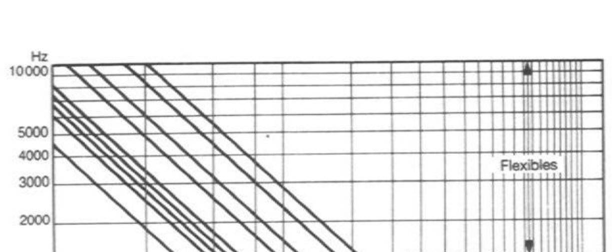
② Escala de intensidad acústica



③ Representación de las ondas de flexión de frecuencia normal en una pared: la pared no vibra como un todo (→ a), sino por partes (→ b)



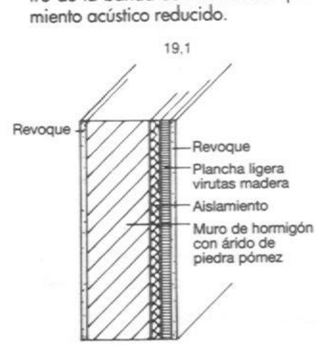
④ Sensibilidad frente al nivel de intensidad sonora. Por lo general, el oído percibe un sonido como el doble más fuerte, cuando la intensidad se multiplica por diez.



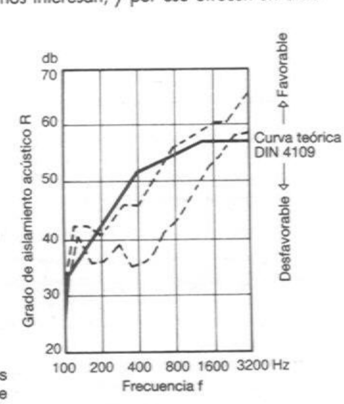
⑤ Frecuencias límite para planchas de diferentes materiales

Son todas aquellas medidas que reducen la transmisión acústica desde un foco emisor hasta el receptor, aunque no siempre es posible evitarla por completo. Si la fuente sonora y el receptor están en la misma sala, la reducción se produce por absorción acústica → p. 120; si están en salas diferentes, ocurre sobre todo por aislamiento acústico.
En el aislamiento acústico, en función de cómo se realice la transmisión acústica, se distingue entre aislamiento del sonido transmitido por el aire (ruido aéreo) y aislamiento del sonido transmitido por cuerpos sólidos (ruido de impacto).
Ejemplos de ruidos aéreos: radio, gritos, instrumentos musicales, etc.
Ejemplos de ruidos de impacto: pisadas, ruidos de las instalaciones, etc.
En la norma DIN 4109 se prescribe el grado de aislamiento acústico que debe alcanzarse: aislamiento de ruidos aéreos → p. 118, de ruidos de impacto → p. 119. El sonido se propaga mediante vibraciones mecánicas en forma de una variación periódica de presión, que se denomina presión acústica. Las débiles variaciones de presión, por ejemplo, respecto a la presión atmosférica (= 1,0333 kg/cm²), se suelen medir en microbares (µb). (Diferencia de presión originada al hablar en voz alta = aprox. una millonésima de atmósfera.)
Las vibraciones sonoras audibles para el oído humano se encuentran en el ámbito de frecuencias de 20 Hz hasta 20 000 Hz; 1 Hz (hercio) = 1 vibrac./seg. Sin embargo, en la edificación el ámbito de frecuencias a considerar, se limita al que se extiende desde los 100 hasta los 3200 Hz, a los que el oído humano es especialmente sensible.
Las presiones acústicas alcanzan en la audición humana desde el umbral de audición hasta el umbral doloroso → ①. Este umbral auditivo se subdivide en 12 partes = 12 Bel (B) (de A.G. Bell, inventor del teléfono).
Como 1/10 Bel = 1 decibelio = dB, es el umbral perceptible por el oído humano como diferencia de presión acústica, a una frecuencia de 1000 Hz, se ha adoptado el decibelio como medida física para medir la potencia acústica, referida a la unidad de superficie → ①.
Generalmente se da el nivel de intensidad acústica en dB (A), o por encima de 60 dB en dB (B) una medida que corresponde aproximadamente al antiguo fono. Para cuantificar el grado de aislamiento acústico frente al ruido aéreo se emplea la **diferencia entre los niveles de intensidad acústica**, es decir, la diferencia entre el nivel de intensidad en el emisor y el nivel de intensidad acústica en el receptor. (En cambio, para el ruido de impacto se suele dar el **máximo nivel de intensidad acústica**, que es el máximo nivel que puede quedar de un ruido normalizado). El aislamiento acústico se consigue fundamentalmente mediante masa, es decir a través de elementos constructivos de elevado peso, por lo que la energía acústica disminuye primero por la transmisión del ruido aéreo al elemento constructivo, después, por estimulación del propio elemento, y finalmente por la retransmisión al aire. Si se estimula directamente un elemento constructivo (ruido de impacto), su capacidad de aislamiento es evidentemente menor.
Las construcciones ligeras de aislamiento acústico → ⑥ sirven para aminorar el sonido a través de sucesivas transmisiones aire-cuerpo sólido-aire-cuerpo sólido-aire, si bien, la mejora en el aislamiento acústico respecto al que le correspondería por su masa, sólo se consigue por encima de la frecuencia de resonancia, que, por lo tanto, debería ser inferior a 100 Hz. Es comparable, con la frecuencia de resonancia, las oscilaciones de una puerta de vaivén, que se mueve con pequeños impulsos (frecuencia de resonancia); mover la puerta más despacio se puede conseguir fácilmente frenándola, pero hacer que se mueva más deprisa es difícil y requiere bastante fuerza. Para evitar las reflexiones del ruido es conveniente rellenar la cámara intermedia con material acústicamente **absorbente**. Propagación del sonido en el aire en forma de ondas longitudinales → ③, en cuerpos sólidos en forma de ondas de flexión. Velocidad de propagación de las ondas longitudinales: 340 m/s; en las ondas de flexión, la velocidad de propagación depende del grosor y tipo de material y de la frecuencia de vibración. ¡La frecuencia a la que las ondas de flexión también se transmiten en un cuerpo sólido a una velocidad de 340 m/s, es la **frecuencia límite**; a esta frecuencia, la transmisión del ruido desde el aire al elemento constructivo y al revés, es muy elevada!, y por lo tanto, el aislamiento acústico del elemento de construcción es bastante malo, peor de lo que le correspondería por su peso. En los elementos rígidos y pesados la frecuencia límite es bastante elevada, mientras que en los elementos flexibles y delgados se encuentra por debajo de la banda de frecuencias útiles; los elementos rígidos, tienen su frecuencia límite en el centro de la banda de frecuencias que nos interesan, y por eso ofrecen un aislamiento acústico reducido.

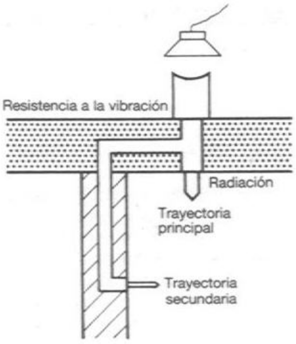
Física de la construcción
Protección edificios



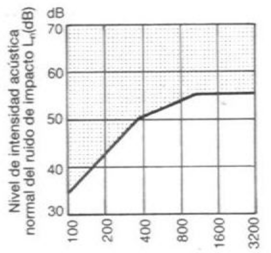
⑥ Plancha suplementaria de virutas de madera enlucida; 1,5 cm de revoque; 11,5 cm de muro de hormigón con árido de piedra pómez; 1,6 cm de Styropor (eventualmente expandido después); 2,5 cm de plancha ligera de virutas de madera, clavada con gran separación entre clavos; 2 cm de enyesado.



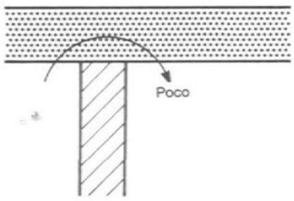
⑦ Aislamiento acústico de una pared frente al ruido aéreo ①, según el Dr. Gäsele. Aislamiento frente al ruido aéreo sin revestimiento −7 dB, con revestimiento +2 dB



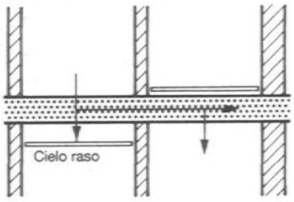
(1) Transmisión del sonido aéreo



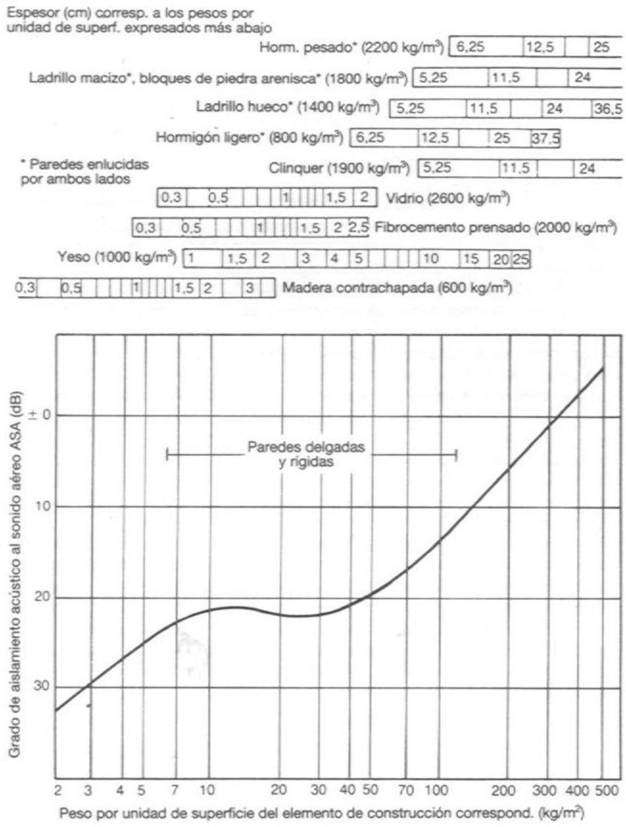
(2) Curva teórica del sonido aéreo



(3) Trayectoria secundaria, a través de un elemento adyacente de una sola capa, cuando las paredes y techos pesan más de 250 kg/m²



(4) Propagación en diagonal



(5) Aislamiento acústico: peso por unidad de superficie y espesor de los elementos de construcción (según Gösele)

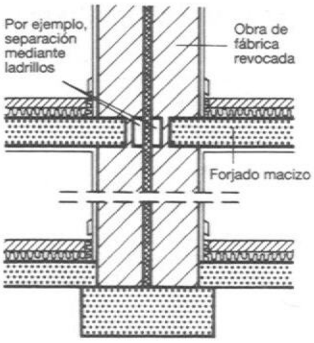
1	Puerta con durmiente sin junta especial	hasta	20 dB
2	Puerta con durmiente y junta especial	hasta	30 dB
3	Puerta doble con durmiente, sin junta especial y de abertura por separado	hasta	30 dB
4	Puerta doble pesada, con durmiente y junta especial	hasta	40 dB
5	Ventana sencilla sin sellado suplementario	hasta	15 dB
6	Ventana sencilla bien sellada	hasta	25 dB
7	Ventana doble sin sellado suplementario	hasta	25 dB
8	Ventana doble bien sellada	hasta	30 dB

(6) Aislamiento acústico de puertas y ventanas según DIN 4109

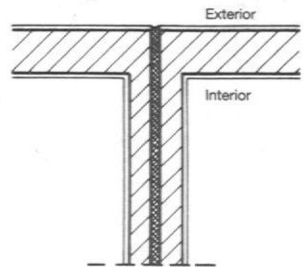
Aislamiento acústico del sonido aéreo
El sonido que se propaga por el aire estimula el sólido al que llega → (1); con ello aumenta la influencia de la frecuencia límite en el aislamiento acústico → (5).
La curva teórica según DIN 4109 indica cuál ha de ser la **diferencia mínima** del nivel de intensidad acústica en cada una de las frecuencias, para alcanzar un grado de aislamiento ASA = ±0 dB; valores prescritos → (2) y espesores necesarios → (7).
Las «trayectorias secundarias» tienen más importancia en el aislamiento frente a los sonidos aéreos, que en la amortiguación de los ruidos de impacto. (Por este motivo los ensayos sobre el grado de aislamiento acústico de una sala deben realizarse considerando las «trayectorias secundarias más usuales en la construcción»). Como trayectorias secundarias de transmisión actúan especialmente las capas rígidas con un peso comprendido entre 10 y 160 kg/m²; por esto, los tabiques de división entre viviendas deberían pesar al menos 400 kg/m² (si todos los tabiques perpendiculares tienen un peso mayor a 250 kg/m², basta con que los tabiques de división entre viviendas pesen 350 kg/m²).
Las puertas y ventanas, debido a su escasa capacidad de aislamiento acústico → (6), influyen especialmente, de forma negativa, en el aislamiento del sonido aéreo; incluso cuando la proporción de huecos respecto a la superficie total es pequeña, el aislamiento acústico total suele estar por debajo de la media aritmética del aislamiento acústico de paredes y huecos; por ello es preferible mejorar primero el aislamiento acústico de puertas y ventanas. Las paredes con un aislamiento acústico insuficiente pueden mejorarse colocando sobre ellas una capa **flexible** → p. 117 (6); las paredes dobles son especialmente aislantes si son flexibles y el material absorbente de relleno es blando. Las capas flexibles son relativamente insensibles a los puentes acústicos (al contrario de lo que ocurre con las capas rígidas). ¡Para realizar paredes dobles de aislamiento acústico deben emplearse sistemas constructivos tipificados de eficacia garantizada! ¡Las capas suplementarias de enlucido sobre materiales aislantes de dureza normal (por ejemplo, sobre Styropor) **reducen** considerablemente el aislamiento acústico!

Linea	Norma, n.º de pág.	Denominación	Densidad específica kg/dm³	Peso pared > 400 kg/m²		Peso pared > 350 kg/m² < 400 kg/m²	
				mm	kp/m²	mm	kp/m²
Obra de fábrica de bloques o ladrillos macizos, perforados y huecos, con revoque de 15 mm por ambos lados							
1			1 [3)]	365	450	300*	380
2	DIN 105	Ladrillo perforado, l. macizo	1,2[3)]	300	445	240*	360
3			1,4[3)]	240	405	—	—
4		Ladrillo macizo	1,8	240	485	—	—
5		Clinquer estructural	1,9	240	505	—	—
6				—	—	300*	380
7		Bloque hueco de piedra	1,2[3)]	300	440	240*	360
8		calcárea	1,2[3)]	300	445	240*	360
9	DIN 106,	Bloque perforado de piedra	1,4[3)]	240	405	—	—
10	hoja 1	calcárea	1,6[3)]	240	440	—	—
11			1,6	240	440	—	—
12		Bloque macizo de piedra	1,8	240	485	—	—
13		calcárea	2	240	530	—	—
14	DIN 398	Ladrillo siderúrgico	1,8	240	485	—	—
15		Ladrillo siderúrgico duro	1,9	240	505	—	—
16		Bloques — Aparejados al	1 [5)]	300	420	—	—
17		huecos — revés y con las	1,2[5)]	300	460	—	—
18		de dos — celdas rellenas	1,4[5)]	240	410	—	—
19		o tres — de arena	1,6[5)]	240	440	—	—
20	DIN	celdas	1 [5)]	365[4)]	400	—	—
21	18151	Sin relleno de	1,2[5)]	—	—	—	—
22		arena	1,4[5)]	—	—	300*	355
23			1,6[5)]	300	430	240*	380
24			0,8	365	405	—	—
25			1	365	450	300	380
26	DIN	Bloques macizos	1,2	300	445	240	360
27	18152	de hormigón ligero	1,4	240	405	—	—
28			1,6	240	440	—	—
29	DIN	Bloques de hormigón	0,6	—	—	490	390
30	4165	celular	0,8	490	485	365	380
Hormigón ligero y hormigón en muros, sin juntas y en paneles de forjado a forjado, con enlucido de 15 mm de espesor por ambas caras							
31	DIN	Hormigón gaseoso y celular	0,6	—	—	500	350
32	4164		0,8	437,5	400	375	350
33		Hormigón con árido de	0,8	437,5	400	375	350
34		piedra pómez, de escoria	1	375	425	312,5	360
35		siderúrgica, de hulla, de	1,2	312,5	425	250	—
36	DIN	cascote de ladrillos o	1,4	250	400	—	350
37	4232	similares	1,6	250	450	187,5	350
38			1,7	250	475	187,5[6)]	370
39		Hormigón con aditivos	1,5	250	425	—	—
40		de material no poroso,	1,7	250	475	187,5[6)]	370
41		por ejemplo, grava	1,9	187,5[6)]	405	—	—
42	DIN 1047	Hormigón compactado de grava o cascotes	2,2	187,5[6)]	460	150[6)]	380

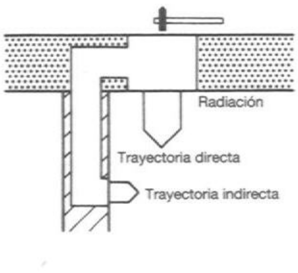
(7) Espesores mínimos de paredes de una sola capa con un grado de aislamiento acústico ASA ≧ 0 dB



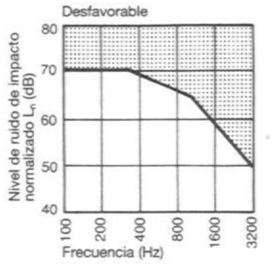
① Pared de separación formada por dos capas, con una junta de separación continua



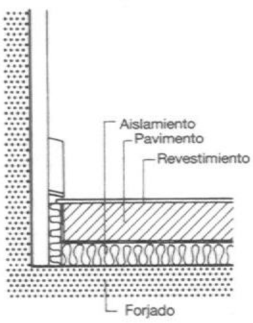
② Planta → ①



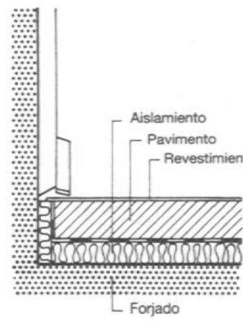
③ Transmisión del ruido de impacto



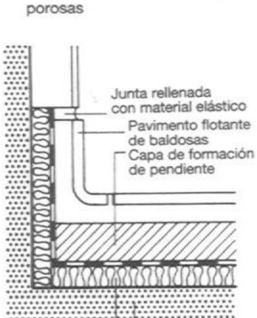
④ Curva teórica del ruido de impacto



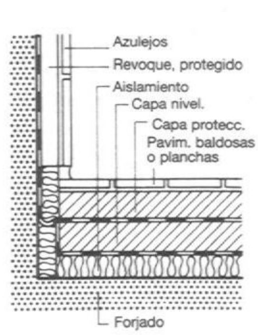
⑤ Enlucido hasta el canto superior del forjado, realizado antes de colocar el pavimento. Indicado en paredes porosas



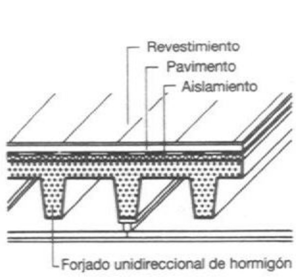
⑥ Enlucido realizado tras la colocación del pavimento, en el caso de paredes de gran densidad



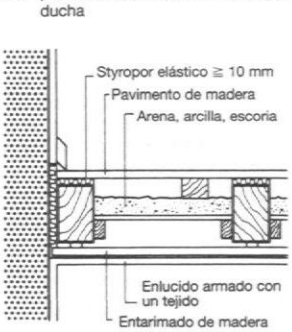
⑦ Embaldosado flotante (baños)



⑧ Construcción de un suelo con impermeabilización para un baño con ducha



⑨ Cielo raso flexible



⑩ Aislamiento de ruidos de impacto en un forjado de viguetas de madera

AISLAMIENTO DEL SONIDO AÉREO Y DEL RUIDO DE IMPACTO

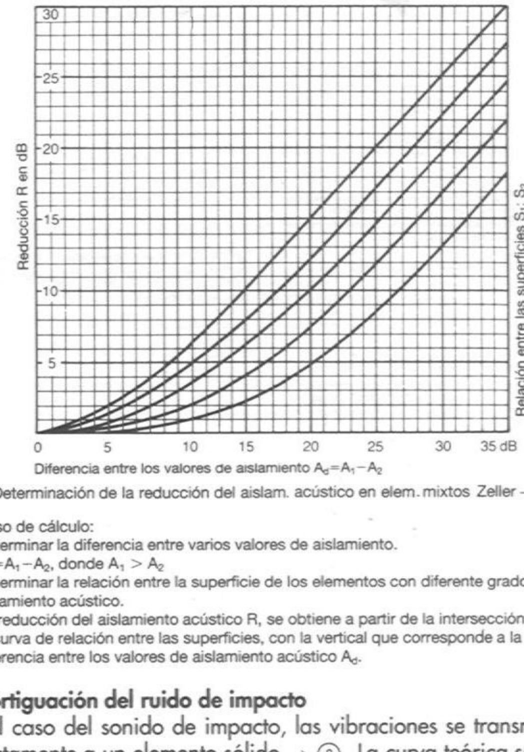
Paredes de separación entre viviendas

→ 🕮

Las paredes de separación entre viviendas formadas por varias capas y con un peso inferior a 350 kg/m², deben tener una junta de separación a lo largo de toda la profundidad del edificio; su peso ha de ser al menos de 150 kg/m² (en edificios de varias plantas 200 kg/m²). Si la junta de separación empieza en los cimientos puede prescindirse de medidas adicionales, pero si empieza a nivel del suelo, deberá colocarse un pavimento flotante o un revestimiento elástico encima del forjado del sótano (al igual que en los forjados entre diferentes viviendas). Las juntas se han de rellenar con material elástico (espuma sintética, etc.) y se han de disponer a contrajunta. ¡Incluso los más pequeños puntos de contacto reducen el aislamiento acústico, ya que las capas son rígidas!

Paredes compuestas

En las **paredes compuestas** (formadas por elementos con diferente grado de aislamiento acústico, p. e., paredes con una puerta), el grado total de aislamiento acústico A_t se obtiene restando un determinado valor R al grado mayor de aislamiento → ⑪.



⑪ Determinación de la reducción del aislam. acústico en elem. mixtos Zeller → 🕮

Proceso de cálculo:

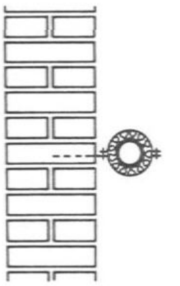
1. Determinar la diferencia entre varios valores de aislamiento. $A_d = A_1 - A_2$, donde $A_1 > A_2$
2. Determinar la relación entre la superficie de los elementos con diferente grado de aislamiento acústico.
3. La reducción del aislamiento acústico R, se obtiene a partir de la intersección entre la curva de relación entre las superficies, con la vertical que corresponde a la diferencia entre los valores de aislamiento acústico A_d.

Amortiguación del ruido de impacto

En el caso del sonido de impacto, las vibraciones se transmiten directamente a un elemento sólido → ③. La curva teórica según DIN 4109 → ④, indica el nivel máximo de ruido de impacto normalizado que puede escucharse en una sala situada debajo de una habitación donde actúa una «máquina de impactos» normalizada. Además, debido a la influencia de la fatiga por envejecimiento de los materiales, dichos valores al finalizar la obra deben ser más favorables en 3 dB.

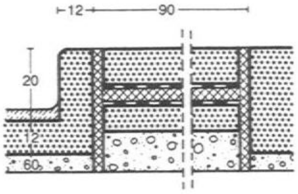
El ruido de impacto suele amortiguarse mediante un pavimento flotante, consistente en una capa elástica sin juntas recubierta con una capa de protección encima de la cual se sitúa la capa de acabado de mortero de cemento o anhidrita (los espesores se indican en DIN 4109, hoja n.° 3); este sistema constructivo también proporciona un aislamiento frente al sonido aéreo, por lo tanto, puede emplearse para todo tipo de forjados (forjados del grupo I y II: en el perímetro se ha de disponer una junta elástica para que pueda moverse; incluso cuando se trate de un pavimento de baldosas → ⑦, pues al ser una capa delgada y rígida es muy sensible a los puentes acústicos).

En los forjados cuyo grado de aislamiento acústico es suficiente (grupo II, véase → p. 115), el amortiguamiento de los ruidos de impacto también se puede conseguir colocando un revestimiento elástico → ⑧; los del grupo I pueden pasar al grupo II colgando por debajo un cielo raso **elástico** → ⑨. La medida en que un pavimento flotante o un revestimiento elástico mejora la amortiguación del ruido de impacto se desprende del índice de mejora IM (dB).

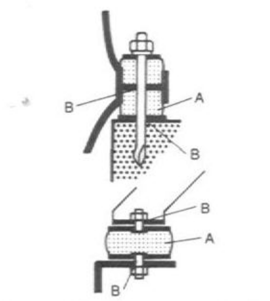


① Abrazadera con aislamiento acústico

Orden de las capas:
Hormigón H-25 12 cm
Cartón bituminoso 500 g/m²
Plancha de corcho 5 cm
Cartón bituminoso 500 g/m²
Hormigón H-25 12 cm

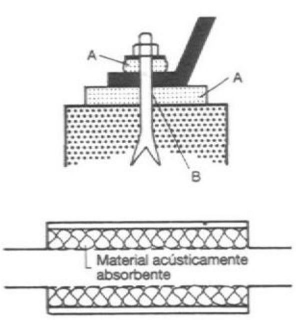


② Cimentación de una caldera con aislamiento acústico; ancho = 90 cm

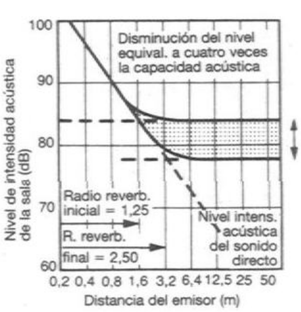


A = material para amortiguar el ruido de impacto, por ejemplo, caucho
B = cámara de aire; puede rellenarse con aislante acústico

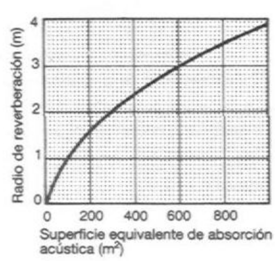
③ Pieza de metal y caucho



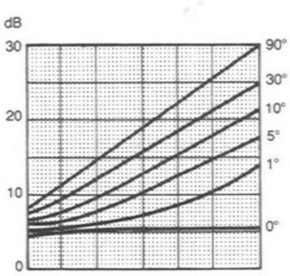
④ Conducto revestido con un material absorbente (amortiguador de telefonía)



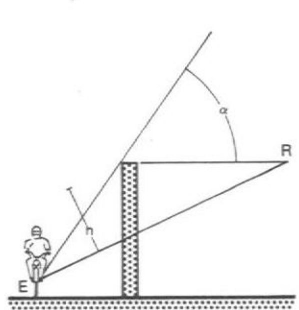
⑤ Se puede reducir el nivel del sonido reflejado tomando medidas para absorberlo. Se aumenta el radio de reverberación y al mismo tiempo disminuye el nivel sonoro en el exterior del radio de reverberación primitivo



⑥ Radio de reverberación y capacidad de absorción acústica de una sala



⑦ Aislamiento acústico que producen los obstáculos situados al aire libre (A. I. King). En las ordenadas, lectura del apantallamiento en función del ángulo α → ⑧; altura en metros y longitud en % de las longitudes de onda. Ejemplo: α = 30°, h = 2,50 m: para 500 Hz (frecuencia media) la longitud de onda ≙ 340/500 = 0,68 y h/% = 2,50/0,68 = 3,68, por lo tanto el apantallamiento es igual a 17 dB.



⑧ Croquis de medidas → ⑦
E = emisor;
R = receptor

El ruido producido por las instalaciones se presenta en forma de:

- **Ruidos producidos por la grifería;** pueden evitarse empleando grifería insonora homologada; grupo I con un nivel sonoro ≦ 20 dB (A) de empleo universal; grupo II ≦ 30 dB (A), sólo se permite en paredes situadas en el interior de una vivienda o en paredes lindantes con un cuarto de instalaciones; el aislamiento acústico de cualquier grifería se puede mejorar mediante silenciadores.
- **Ruidos producidos por las conducciones;** se producen debido a la formación de turbulencias en las tuberías; precauciones: codos en forma de arco en vez de en L, dimensiones suficientes, colocación de amortiguadores de ruido → ①.
- **Ruidos de llenado,** al chocar el agua contra las paredes de la bañera, etc.; precauciones: insonorizar los objetos, colocar aireadores en la grifería, situar las bañeras sobre pies amortiguadores (en este caso debería sellarse también el perímetro con un material elástico).
- **Ruidos de vaciado** de aparatos sanitarios; precauciones: suficiente dimensión y buena ventilación de los desagües.

El máximo nivel de intensidad acústica que se permite en las instalaciones de una vivienda contigua es de 35 dB (A).
Los elementos de las instalaciones domésticas que producen ruido (tuberías de agua, tuberías de desagüe, montantes de gas, conductos de eliminación de basuras, ascensores), no pueden empotrarse en las paredes que dan a una sala de estar o a un dormitorio.

Las calderas de calefacción deben aislarse acústicamente colocándolas sobre un elemento amortiguador (cimentación especial → ②), envoltura de absorción acústica para el quemador, conexión a la chimenea con tuberías aislantes, conexión a la red de calefacción mediante compensadores de caucho.

Transmisión acústica en **conducciones de aire;** el ruido que producen los conductos de las instalaciones de climatización, se reduce colocando los llamados «insonorizadores de telefonía»; están formados por una envoltura absorbente por cuyo interior fluye el aire. Cuanto más gruesa sea la envoltura, mayor es la profundidad de la frecuencia absorbida. ¡Las conducciones de aire también deben apoyarse sobre un elemento de amortiguación acústica!

Absorción acústica
La absorción acústica —a diferencia del aislamiento acústico—, no reduce la transmisión de un sonido a través de un elemento constructivo, ni influye en el sonido que llega directamente al oído desde la fuente sonora. Sólo reduce el sonido reflejado.
Como el sonido directo disminuye al aumentar la distancia al emisor, a partir de un determinado «radio de reverberación» en torno al foco emisor, el sonido reflejado es igual o incluso más fuerte que el sonido directo → ⑤. Si el sonido reflejado se reduce, disminuye el nivel del mismo fuera del anterior radio de reverberación, y en consecuencia éste crece. ¡Dentro del radio de reverberación originario no cambia nada!
La capacidad de absorción acústica de una sala se mide en m² de superficie de absorción acústica equivalente: la superficie absorbente ideal tendría la misma capacidad de absorción que la propia sala. Para un tiempo de reverberación de 1,5 segundos —ideal para piscinas cubiertas privadas— la superficie de absorción acústica equivalente S ha de ser de V = 0,1 m² por cada m³ de la sala (el radio de reverberación en una sala de 6 × 10 × 2,5 m sólo sería de 1,1 m), para un tiempo de reverberación igual a la mitad, el radio de reverberación sería el doble.

Ejemplo:	40 m² de agua · 0,05	= 2,00 m²
	100 m² paredes y suelo	= 3,00 m²
	60 m² de cielo raso acústico	= 24,00 m²
		29,00 m²

$S = \frac{29}{150} \approx 0{,}2$ V; por lo tanto, el tiempo de reverberación es de 0,75 s.

Aislamiento frente al ruido procedente del exterior
Para conseguir un aislamiento frente a los ruidos procedentes del exterior (tránsito, etc.) existen las siguientes posibilidades:

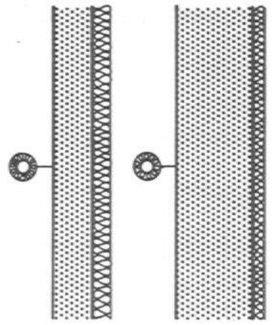
a) Diseño adecuado de los edificios: situar los espacios de trabajo y descanso lejos de las fuentes sonoras del exterior.
b) Aislar acústicamente las paredes exteriores, sobre todo las ventanas y puertas exteriores.
c) Colocar pantallas acústicas en la fachada.
d) También se puede mejorar el aislamiento acústico modelando el terreno circundante: levantando muros, plantando árboles o arbustos y ajardinando el entorno.

El grado de aislamiento acústico que se consigue mediante arbustos, muros y demás pantallas para las diferentes longitudes de onda se puede deducir del diagrama ⑦ (longitud de onda aproximadamente igual a 340 m/frecuencia); de aquí se desprende la importancia que tiene la altura H dependiente del ángulo α.

Véase también: «Directrices sobre las medidas constructivas para el aislamiento acústico del ruido exterior» y DIN 18005 «Aislamiento acústico en urbanismo».

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LAS VIBRACIONES

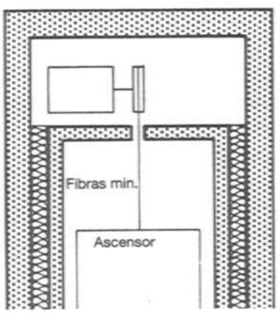
SONIDO PROPAGADO POR LOS SÓLIDOS → 📖



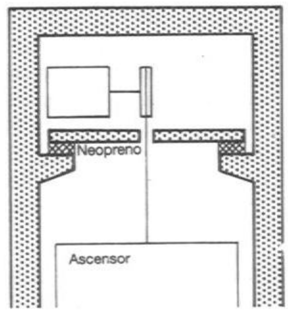
① Pared ligera = gran sensibilidad ante un impacto
Pared pesada = escasa sensibilidad ante un impacto



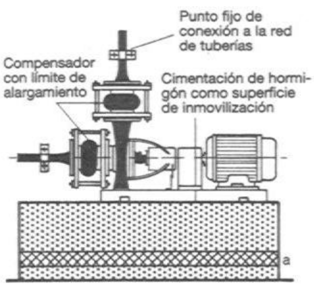
② Propagación de un sonido de impacto a través de un cuerpo sólido



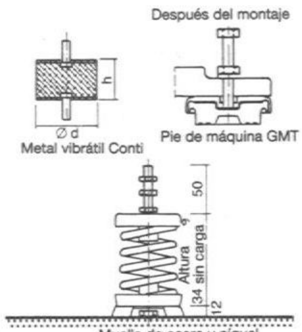
③ Caja de ascensor separada ≧ 3 cm por fibras minerales



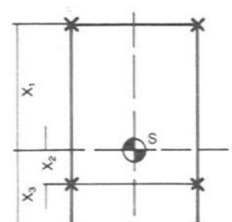
④ Caja de ascensor apoyada sobre neopreno



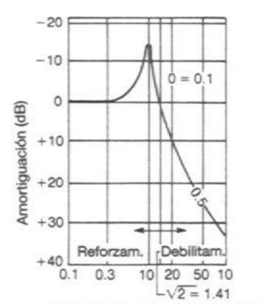
⑤ Apoyo de máquinas sobre una cimentación con estrato elástico



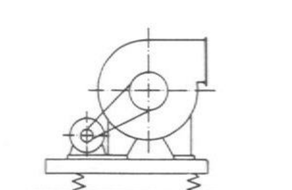
⑥ Ejemplos de muelles aislados



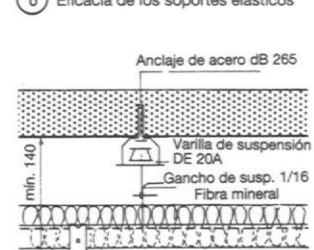
⑦ Ajuste de muelles al centro de gravedad



⑧ Eficacia de los soportes elásticos



⑨ Ventilador colocado sobre un apoyo elástico doble



⑩ Ejemplo de un elemento de forjado de metal vibrátil

Las vibraciones en los elementos sólidos se deben al sonido propagado a través de ellos. Pueden tener su origen en un sonido aéreo o bien en un impacto mecánico directo → ①.
Como las fuerzas de intercambio mecánicas suelen ser mayores que las producidas por los cambios en la presión del aire, la radiación audible también suele ser mayor en el caso de impactos directos. A menudo se producen fenómenos de resonancia, que en reducidos ámbitos de frecuencia, llevan a una mayor radiación sonora. Cuando la vibración aérea irradiada sólo contiene un tono, el motivo suele ser un impacto directo. El aislamiento contra el sonido propagado por los cuerpos sólidos tiene que orientarse a evitar el contacto o la transmisión directa.

Medidas para evitar la propagación del sonido a través de cuerpos sólidos

Emplear en las instalaciones de agua sólo griferías homologadas del grupo I o II. Mantener la presión del agua tan baja como sea posible. La velocidad del agua juega un papel secundario.
Sujetar las tuberías a la pared, según lo indicado en la norma DIN 4109, con abrazaderas de amortiguación ≧ 250 kg/m² → ②.
Colocar las bañeras sobre suelos flotantes y separarlas de las paredes. ¡Sellar las juntas con las paredes con material elástico!
Los inodoros suspendidos de la pared producen impactos directos en los elementos contiguos. De todas maneras, aunque un anclaje rígido es imprescindible, se pueden disponer estratos elásticos.
Las tuberías de suministro de agua y de desagüe han de sujetarse con material elástico y no deben estar en contacto con los elementos constructivos.

Los ascensores se han de instalar en recintos separados → ③ y las juntas se han de rellenar con ≧ 3 cm de fibras minerales o apoyar el recinto sobre neopreno → ④.

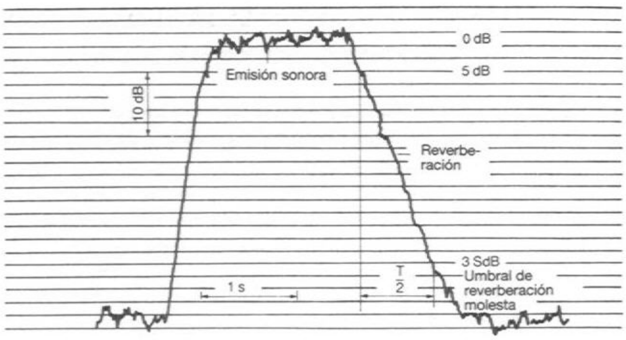
Las bombas y máquinas se han de situar sobre cimientos que amortigüen el sonido y sus juntas se han de rellenar con material elástico.
Los compensadores reciben tensiones de tracción, ya que la presión interna también actúa en sentido del eje longitudinal de los tubos → ⑤.
Como material amortiguador para la cimentación son especialmente apropiadas las planchas granuladas de caucho, debido a su elevada resistencia a la compresión. También pueden emplearse productos de fibras minerales y espuma PS para amortiguar el sonido.
En cambio, no es adecuado emplear corcho, caucho compacto, entre otros materiales, ya que son demasiado rígidos. Cuanto más se comprima el material al recibir la carga, mayor será su eficacia como amortiguador del sonido.

En los materiales de amortiguamiento la carga admisible suele ser > 0,5 N/mm². Si no se garantiza esta resistencia, se han de emplear elementos puntuales, dimensionados según el peso de la máquina correspondiente. ¡También aquí el amortiguamiento es mayor cuando los materiales están presionados al máximo sin que estén sobrecargados! Los elementos puntuales han de ser de neopreno o acero → ⑥.

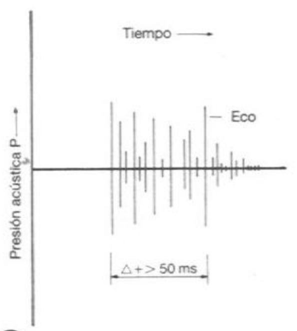
Los muelles de acero, debido a su escasa rigidez son una excelente manera de amortiguar la propagación del sonido a través de elementos sólidos.
En casos especiales se emplean amortiguadores de aire. En el caso de amortiguadores puntuales es imprescindible ajustarlos al centro de gravedad, para que reciba una carga centrada → ⑦.

En el caso de impactos periódicos, por ejemplo, masas vibrantes u oscilantes, la frecuencia de impacto no debe armonizar con la frecuencia propia del sistema fijado elásticamente.
A causa de la resonancia aparecen grandes movimientos, que en elementos de escasa capacidad de amortiguación pueden llegar a provocar roturas → ⑧.

Mediante un apoyo elástico doble se consigue una amortiguación especialmente elevada → ⑨.
Concordancias desfavorables, por ejemplo, cimientos sobre suelos flotantes, pueden facilitar la resonancia.



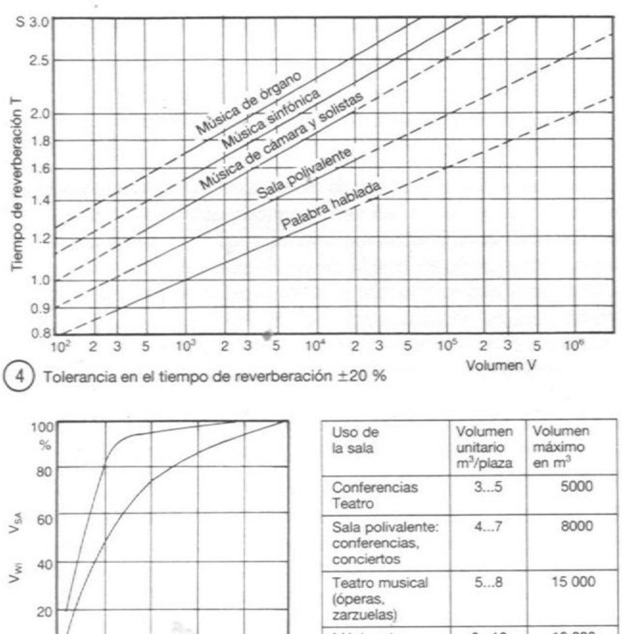
① Medición de la reverberación



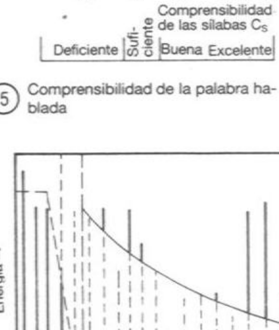
② Criterio de eco

Función de la sala	Tiempo de reverberación	
Palabra oral	Cabaret	0.8
	Teatro	1.0
	Conferencia	
Música	Música de cámara	1.0...1.5
	Ópera	1.3...1.6
	Concierto	1.7...2.1
	Música de órgano	2.5...3.0

③ Ámbito de reverberación óptima



④ Tolerancia en el tiempo de reverberación ±20 %



⑤ Comprensibilidad de la palabra hablada

Uso de la sala	Volumen unitario m^3/plaza	Volumen máximo en m^3
Conferencias Teatro	3...5	5000
Sala polivalente: conferencias, conciertos	4...7	8000
Teatro musical (óperas, zarzuelas)	5...8	15 000
Música de cámara	6...10	10 000
Música sinfónica	8...12	25 000
Música órgano y oratorios	10...14	30 000

⑥ Tabla de volúmenes específicos V=f (uso)



⑦ Secuencia de reflexiones en una sala

ACÚSTICA DE LOCALES

DIN 52216 → 🕮

El acondicionamiento acústico de un local, de una sala de conciertos o de conferencias tiene como objetivo lograr una audición óptima de los espectadores.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta son:

— el tiempo de reverberación

— las reflexiones, como consecuencia de la estructura primaria y secundaria de la sala

1. Tiempo de reverberación.
   Es el tiempo que tarda en reducirse 60 dB el nivel de intensidad acústica, desde que cesa la emisión de la fuente sonora → ①.
   El cálculo se efectúa para el ámbito comprendido entre 5 dB hasta 35 dB (DIN 52216: Mediciones del tiempo de reverberación en las salas de conciertos y conferencias).

2. Superficie de absorción.
   Determina el tiempo de reverberación en función de la cantidad de material absorbente, y se expresa como superficie equivalente de absorción completa (ventana abierta).
   $A = \alpha s \cdot S$; αs = grado de absorción de cada material
   S = superficie de cada material
   El tiempo de reverberación se calcula a partir de la superficie de absorción:
   $$t = \frac{0{,}163 \cdot V}{\alpha s \cdot S} \text{ (fórmula de Sabine)}$$

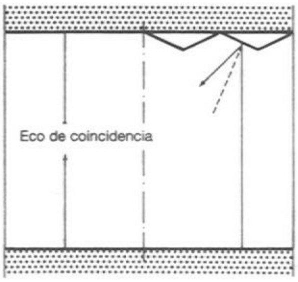
3. Eco.
   Cuando de una curva de tiempos de reverberación de inclinación constante, emergen puntas aisladas, éstas se denominan eco → ②.
   Para determinar lo que se considera eco, se emplean diferentes criterios de tiempo e intensidad, según se trate de música o palabra. Como las salas de conciertos han de poseer un tiempo de reverberación mayor, se han de considerar, por regla general, menos críticas respecto al eco.

Requisitos que deben satisfacer las salas

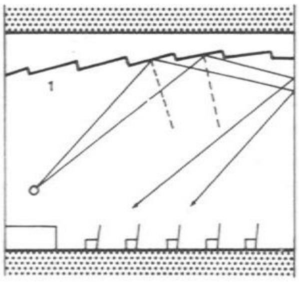
1. Tiempo de reverberación.
   El valor óptimo depende del volumen y uso del espacio → ③.
   El tiempo de reverberación depende de la frecuencia y suele ser mayor en las frecuencias bajas que en las frecuencias altas. Para una frecuencia f = 500 Hz se pueden considerar como óptimos los valores expresados en la tabla → ④.

2. Claridad acústica (comprensibilidad del lenguaje).
   Sirve para valorar el grado de comprensibilidad de la palabra hablada → ⑤.
   No está normalizada, por lo que se emplean diferentes conceptos: comprensibilidad de frases, de sílabas, valoración con logatomos.
   Las mediciones de comprensibilidad de la palabra hablada se realizan haciendo que un colectivo numeroso de oyentes, escriba sílabas aisladas sin significado, por ejemplo, dad, pro (logatomos); el número de anotaciones correctas se emplea para la valoración. Un valor superior al 70% se considera como excelente.
   Los nuevos métodos objetivos emplean señales acústicas moduladas (Métodos RASTI) que conducen con procedimientos sencillos a resultados reproducibles.

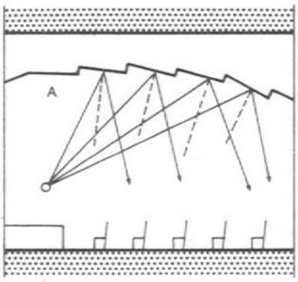
3. Efecto del local.
   Percepción de las reflexiones acústicas que se producen en un local. En el caso de la música son convenientes reflexiones difusas, mientras que las reflexiones rápidas, hasta aprox. 80 ms de retardo (corresponde a 27 m de distancia) frente al sonido directo, favorecen la claridad → ⑥. El lenguaje hablado exige reflexiones más rápidas, de hasta 50 ms, para que no disminuya la claridad.



① Evitar el eco de coincidencia



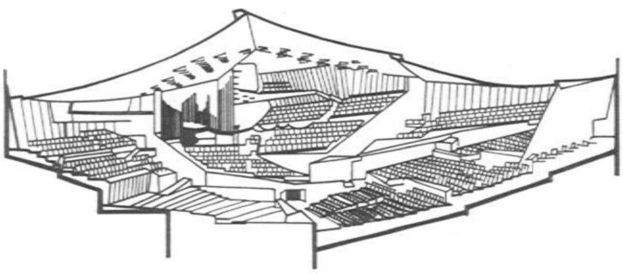
② Forma desfavorable del techo



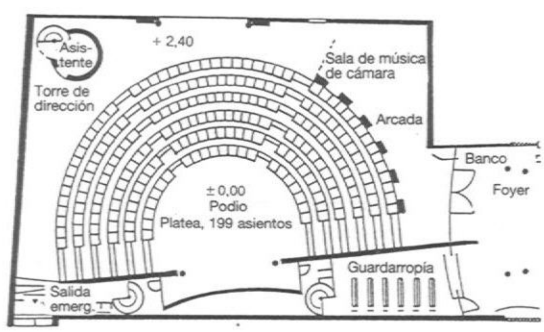
③ Techo plano para escuchar música, inclinado hacia atrás para palabra hablada



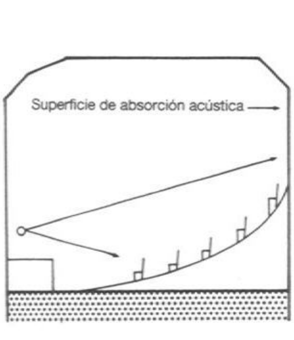
④ Planta de forma poco favorable



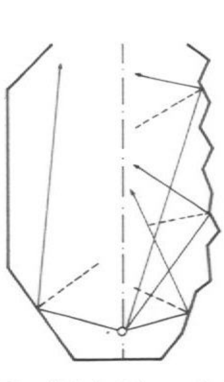
⑤ Escalonamiento de los asientos en la Filarmónica de Berlín



⑥ Podio de la sala de música de cámara, del Archivo Beethoven en Bonn



⑦ Elevación de las filas de asientos según una espiral logarítmica



⑧ Revestimiento de las paredes laterales

Al escuchar música las reflexiones laterales, más rápidas, se perciben subjetivamente más favorablemente que las reflexiones cenitales, incluso para tiempos de reflexión muy cortos (asimetría de la percepción acústica), ya que llegan señales diferentes a cada oído. Las salas estrechas y altas, con paredes cuya forma geométrica facilite las reflexiones y techos que produzcan reflexiones difusas, son las más sencillas desde el punto de vista acústico.

Estructura primaria de las salas

Volumen: dependiente del uso → p. 122 ⑦
— palabra hablada: 4 m^3/persona
— conciertos: 10 m^3/persona

Las salas de volumen demasiado reducido no permiten suficiente tiempo de reverberación.

Forma de la sala: para escuchar música son especialmente apropiadas las salas estrechas y altas, con paredes cuya forma geométrica facilite las reflexiones laterales rápidas. En la cercanía del podio se necesitan superficies de reflexión para conseguir una rápida reflexión inicial y un equilibrio de la orquesta. La pared posterior de la sala no ha de reflejar el sonido en dirección al podio, ya que esto podría ocasionar eco. No construir las paredes paralelas sin entrantes y salientes para evitar ecos de coincidencia por reflexión múltiple → ②. Inclinando el techo por tramos con ángulos > 5°, se pierde el paralelismo y se consigue una reflexión difusa.

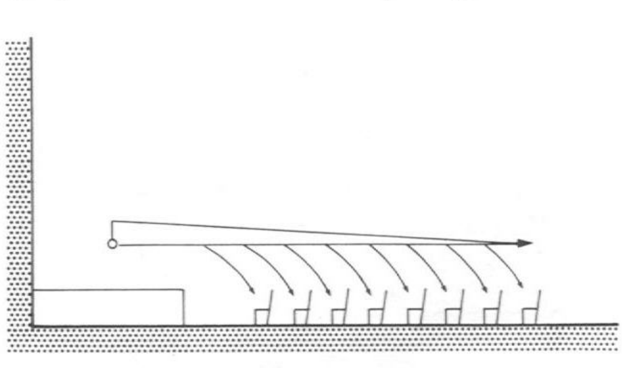
El techo sirve para conducir el sonido a la zona posterior de la sala, y para lograrlo ha de tener la forma adecuada → ③. Si la forma del techo es desfavorable, aparecen grandes diferencias en la intensidad acústica, debido a la concentración sonora.

Las salas, cuyas paredes laterales están orientadas hacia el fondo, no son adecuadas, ya que las reflexiones laterales pueden ser demasiado débiles → ④. Mediante superficies adicionales de reflexión en las paredes de la sala (escalonamiento Weinberger) puede compensarse esta desventaja, por ejemplo, como en las Filarmónicas de Berlín y Colonia → ⑤.

Podio: se ha de situar siempre que sea posible en el lado más estrecho de la sala, aunque en las salas pequeñas (música de cámara), o en los auditorios de conferencias, también se puede colocar en las paredes longitudinales (Archivo Beethoven → ⑥). Las salas polivalentes con podios móviles situados al mismo nivel que la platea presentan a menudo problemas en audiciones musicales. Los podios han de estar claramente elevados respecto a la platea para reforzar la propagación directa del sonido, en caso contrario al propagarse éste, el nivel de intensidad acústica disminuye excesivamente → ⑨. Por motivos ópticos y acústicos es aconsejable dar a las filas de asientos una altura creciente, así se consigue un sonido directo más equilibrado en todos los asientos → ⑦. El ascenso de la curva sigue una espiral logarítmica.

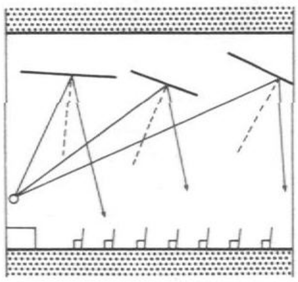
Estructura secundaria

Las superficies reflectantes pueden compensar totalmente una estructura primaria desfavorable, por ejemplo, superposición de paneles para conseguir una superficie de forma adecuada → ⑧. La forma del techo puede modificarse mediante velas suspendidas → p. 124 ① o paneles con la forma adecuada → p. 124 ②.

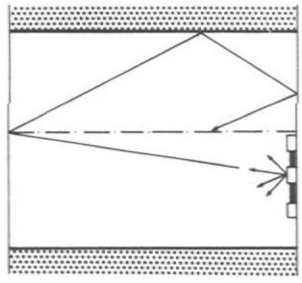


⑨ Caída de la intensidad acústica por encima de superficies absorbentes

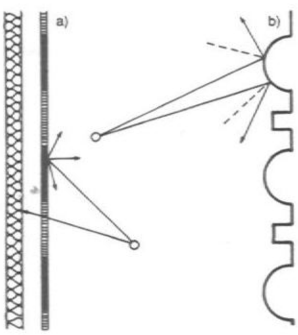
Física de la construcción
Protección edificios



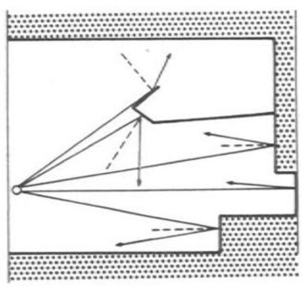
(1) Velas suspendidas para dirigir las ondas acústicas



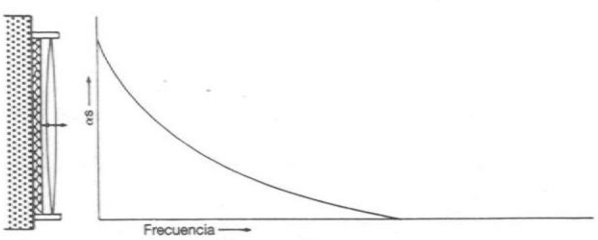
(2) Partición de las superficies desfavorables de reflexión



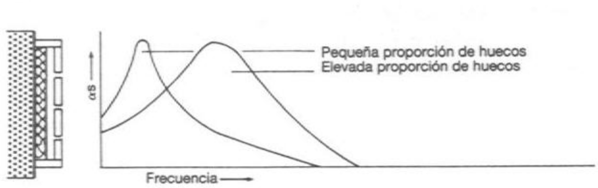
(3) a) Reflexión difusa mediante cambios de material
b) Superficies de reflexión difusa



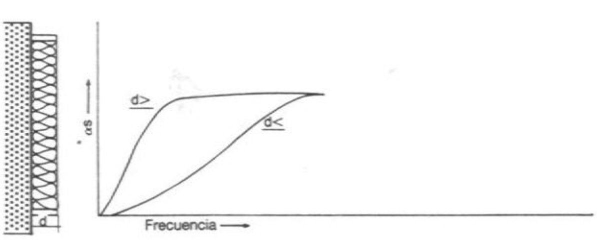
(4) Dispersión acústica a través de reflexiones desplazadas en el tiempo



(5) Absorción de frecuencias bajas mediante paneles vibrantes



(6) Características de absorción de los resonadores



(7) Absorción de los materiales porosos

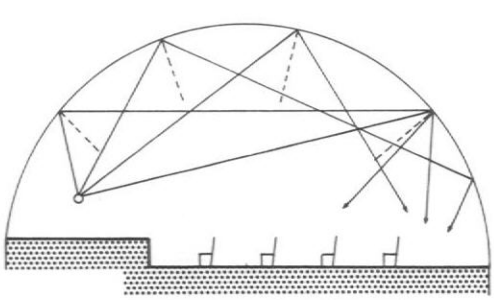
Las superficies absorbentes impiden la concentración acústica y adaptan el tiempo de reverberación a los valores deseados. Una *alternancia adecuada entre superficies reflectantes y absorbentes*, tiene un efecto sobre la reflexión similar al que se consigue dando a las paredes una forma especial → (3).
Las superficies sinuosas pueden formar puntos de resonancia (cúpulas). Especialmente desfavorables son las salas semiesféricas; debido a la concentración tridimensional del sonido cuando el centro del círculo está a la altura del podio → (8). Este inconveniente es superable: dando al falso techo la forma adecuada se puede conseguir una transmisión acústica excelente → (9).

Reflexiones difusas: las superficies que pueden producir eco, tienen que reflejar difusamente el sonido incidente, es decir, dispersarlo → (3). Las reflexiones difusas, gracias a la distribución uniforme del sonido, conducen a curvas de reverberación planas y uniformes. Los entrantes y salientes de las paredes laterales han de formar un ángulo > 5°. Los nichos, antepechos, etc., son igual de eficaces para partir las ondas acústicas o provocar reflexiones desplazadas en el tiempo → (4).
El cálculo del tiempo de reverberación se suele realizar a partir de la fórmula de Sabine

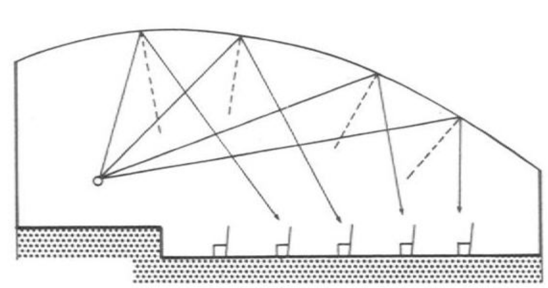
$$t = \frac{0{,}163 \cdot V}{\alpha_s \cdot S}$$

El grado de absorción de un material α_s se calcula, según DIN 52212, en un espacio normalizado. Su valor está comprendido entre 0 y 1, y se calcula para las siguientes frecuencias: 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 Hz. Los valores medios del tiempo de reverberación se suelen referir a una frecuencia de 500 Hz. En el cálculo se han de considerar todas las superficies, personas, mobiliario y decoración, con sus valores específicos.
A menudo, el tiempo de reverberación alcanzable lo determinan exclusivamente las personas y el mobiliario. Para independizar el tiempo de reverberación de la ocupación de la sala, se necesitan unas sillas cuyo asiento y cara anterior del respaldo tengan un elevado grado de absorción, que quede anulado al sentarse una persona. Generalmente, sólo se necesitan superficies adicionales de absorción para las frecuencias altas si el volumen específico de la sala → p. 122 (6), se supera considerablemente. Cuando el volumen y la sillería de la sala se han dimensionado correctamente, suele bastar con corregir el tiempo de reverberación de las frecuencias graves.

Para conseguir los tiempos de reverberación deseados se han de combinar superficies con diferentes propiedades. Éstas dependen de su estructura:
— las superficies vibrantes absorben las frecuencias graves. Para el ajuste más fino se varían las medidas totales de la superficie, la separación y el relleno de la cámara de aire → (5);
— las superficies con huecos conectados con la cámara de aire suelen absorber frecuencias medias (resonadores de Helmholtz), la proporción de huecos y el volumen de la cámara de aire determinan la frecuencia, grado y forma de la absorción máxima → (6);
— los materiales porosos se emplean para absorber frecuencias altas. El espesor y la resistencia acústica influyen en su comportamiento ante las frecuencias bajas → (7).



(8) Formación de puntos de resonancia en las superficies curvas

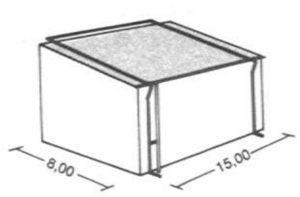


(9) Excelente transmisión acústica gracias a una curvatura adecuada

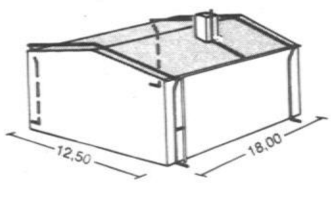
PARARRAYOS

DIN 48801, 57185

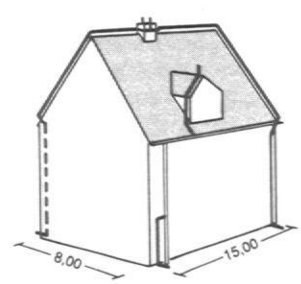
A 50° de latitud, durante cada hora de tormenta se producen aprox., 60 descargas de rayos en la tierra y entre 200 y 250 descargas entre las nubes.
En un círculo de 30 m de radio en torno al punto de caída de un rayo (árboles, obra de fábrica, etc.), la diferencia de tensión puede afectar a las personas que se encuentran al aire libre, por lo que deberían tener los pies protegidos.
Los daños producidos en la edificación se deben al desprendimiento calorífico de los rayos, que al descargar en la tierra calientan tanto el agua, que ésta llega a evaporarse y puede ocasionar voladuras de tipo explosivo en muros, mástiles, árboles, etc., es decir, allí donde se concentra la humedad.
Fundamentalmente, una instalación de pararrayos constituye una «caja de Faraday», sólo que la malla se amplía en base a los conocimientos existentes. Además, se colocan puntas de captación, que han de asegurar la descarga del rayo. Una instalación de pararrayos, que está formada por los elementos de captación, los de transmisión y la puesta a tierra, tiene por objetivo asegurar la descarga del rayo con ayuda de un elemento de captación y la transmisión hasta la tierra, de forma que el edificio quede dentro de una zona protegida.
Al colocar un pararrayos se han de tener especialmente en cuenta los áticos, terrazas, chimeneas y elementos de ventilación y todos aquellos elementos que sobresalgan de la cubierta, que en cualquier caso han de estar conectados.
Los elementos de captación son barras, tuberías, superficies y puntos metálicos existentes en la cubierta. Ningún punto de la cubierta ha de estar a más de 15 m de un elemento de captación.
En las cubiertas de paja, debido al peligro de incendio a causa de posibles chispas, se han de colocar dos pletinas metálicas de 60 cm de anchura a cada lado de la cumbrera, apoyándolas sobre anclajes de madera → ⑧ – ⑨. La caída de tensión que se produce al descargar un rayo en la tierra es de, por ejemplo: 100 000 A × 5 cm = 500 000 V; todos los elementos de la instalación de pararrayos están sometidos, en el momento de la descarga, a este potencial eléctrico tan elevado. La medida, muy eficaz, de conectar todos los grandes elementos y conducciones de metal a la instalación de pararrayos, ayuda a equilibrar la diferencia de potencial generada.



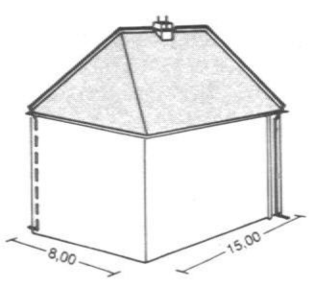
① Cubierta plana a una sola vertiente



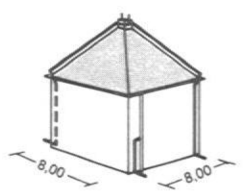
② Cubierta plana a dos vertientes



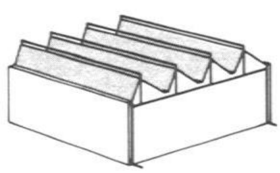
③ Cubierta a dos aguas



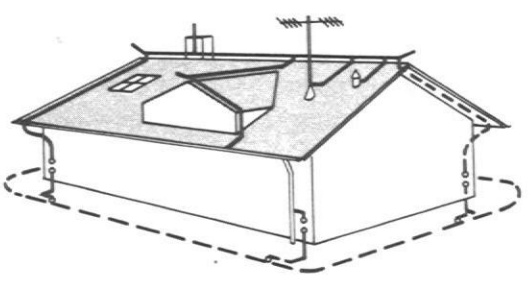
④ Cubierta a dos aguas con faldones



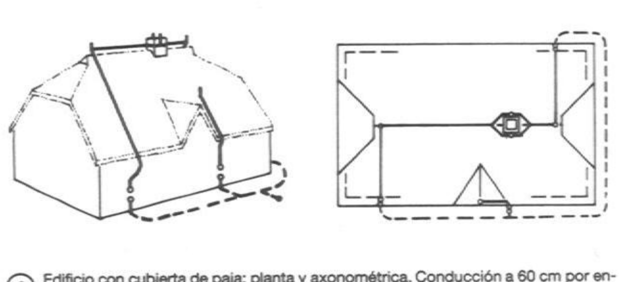
⑤ Cubierta a cuatro aguas



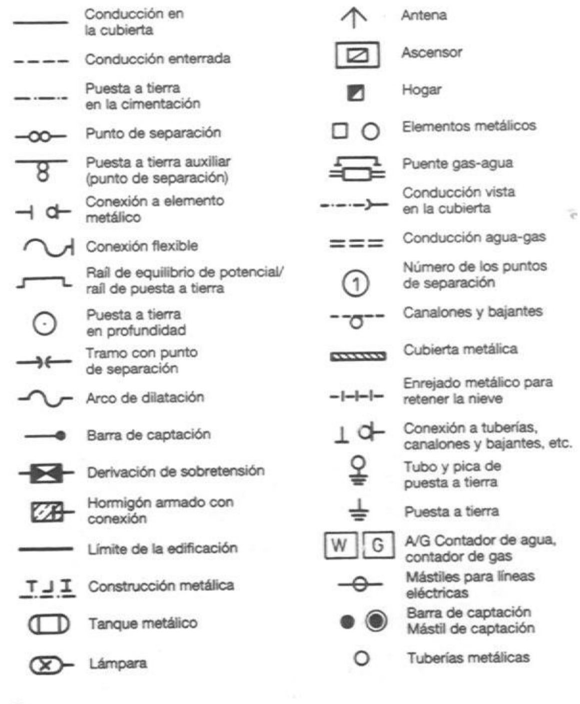
⑥ Cubierta con dientes de sierra



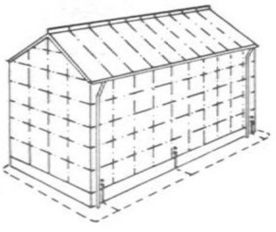
⑦ Instalación de pararrayos más frecuente en la actualidad



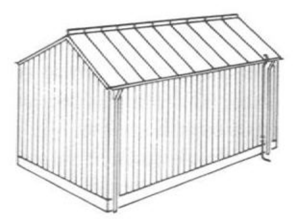
⑧ Edificio con cubierta de paja: planta y axonométrica. Conducción a 60 cm por encima de la cumbrera sobre fijaciones de madera y a 40 cm por encima del resto de la superficie de la cubierta.



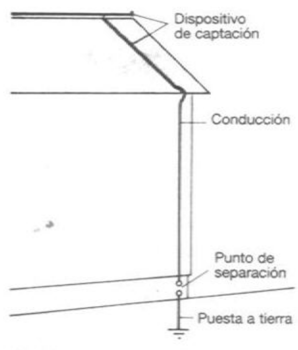
⑨ Simbología para las instalaciones de pararrayos



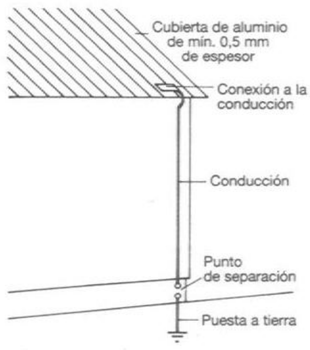
① Edificio con estructura de acero: conectar la estructura tanto a la conducción de la cubierta como a la conducción del suelo



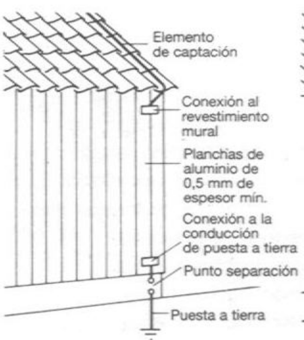
② Cubierta de plancha metálica y paredes de madera: conectar el tejado a la conducción de cumbrera y a las derivaciones hacia el suelo



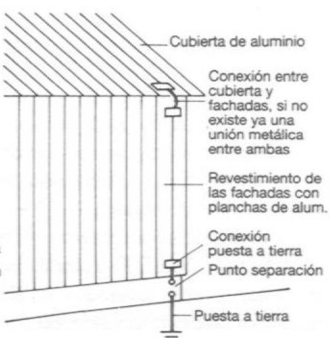
③ Elementos principales de una instalación de pararrayos



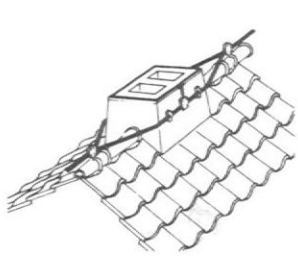
④ Cubierta de aluminio como elemento de captación



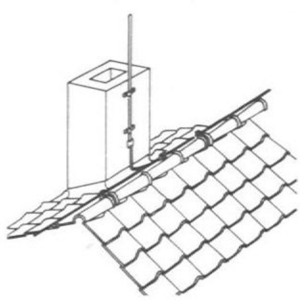
⑤ Revestimiento de las fachadas con planchas de aluminio como elemento de transmisión al suelo



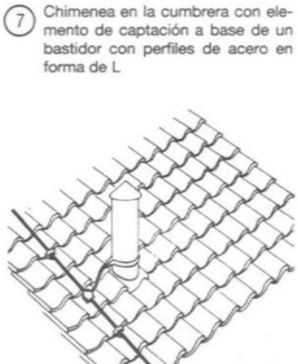
⑥ Cubierta y fachadas de aluminio



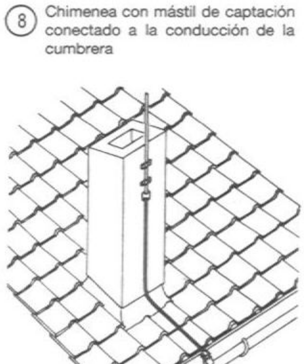
⑦ Chimenea en la cumbrera con elemento de captación a base de un bastidor con perfiles de acero en forma de L



⑧ Chimenea con mástil de captación conectado a la conducción de la cumbrera



⑨ Conectar los elementos metálicos y tubos de ventilación a la instalación de pararrayos



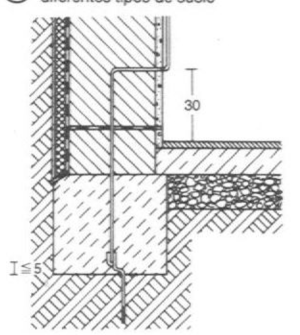
⑩ Conectar los mástiles de captación colocados en las chimeneas con el canalón de la cubierta

La puesta a tierra se realizará mediante barras o planchas metálicas sin aislar, y a una profundidad tal que la resistencia que oponga el terreno a la difusión de la descarga eléctrica sea reducida → ⑫ – ⑬. El grado de resistencia a la difusión de la descarga eléctrica varía según el tipo de terreno y su grado de humedad → ⑪.

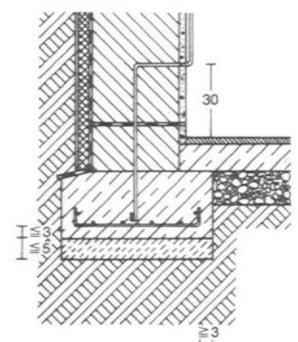
La puesta a tierra tiene por objetivo conducir rápidamente al suelo, la corriente eléctrica generada por el rayo. Se diferencia entre puesta a tierra profunda y superficial. Esta última se realiza en forma anular o lineal y es preferible situarla en el hormigón de cimentación → ⑫ – ⑬. Las picas de puesta a tierra son barras, tubos o perfiles metálicos de sección abierta e hincados en el suelo. Si alcanzan una profundidad mayor a 6 m, se califican como profundas. En las cubiertas, fachadas, etc., de aluminio, zinc o acero cincado → ① – ⑥, no están permitidas las conducciones de hilo de cobre desnudo, por lo que se ha de emplear cable de aluminio o alambre de acero cincado.

Tipo de suelo	Ciénagas	Suelo arcilloso, terreno cult.	Arenas húmedas	Gravas húmedas	Arenas y gravas secas	Suelo rocoso	Resistencia a la difusión eléctrica Ω
Puesta tierra long. en m	12	40	80	200	400	1200	
Puesta tierra prof. en m	6	20	40	100	200	600	5
Puesta tierra long. en m	6	20	40	100	200	600	
Puesta tierra prof. en m	3	10	20	50	100	300	10
Puesta tierra long. en m	4	13	27	67	133	400	
Puesta tierra prof. en m	2	7	14	34	70	200	15
Puesta tierra long. en m	2	7	13	33	67	200	
Puesta tierra prof. en m	1	3	7	17	33	100	30
				▸ rentable	◂ no rentable		

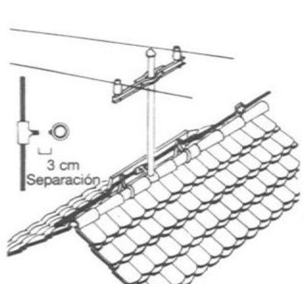
⑪ Resistencia a la difusión eléctrica de bandas y barras de puesta a tierra en diferentes tipos de suelo



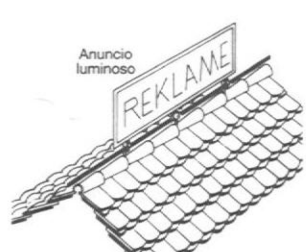
⑫ Pica de puesta a tierra anclada en una cimentación de hormigón en masa



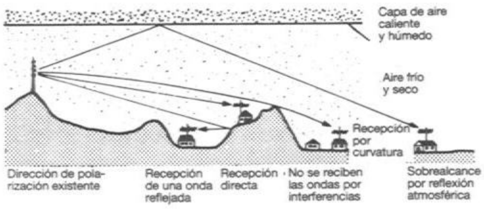
⑬ Pica de puesta a tierra anclada en una cimentación de hormigón armado



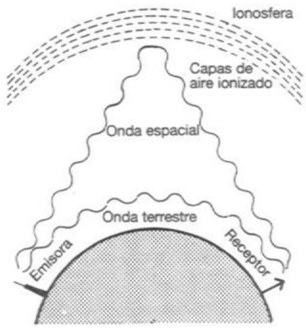
⑭ Los soportes de líneas de alta tensión no se han de conectar directamente a la instalación de pararrayos. Separación de descarga: 3 cm.



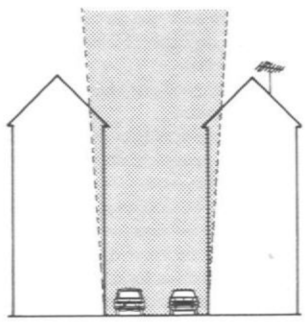
⑮ En los elementos metálicos con instalación eléctrica, se ha de colocar un dispositivo de protección contra la sobretensión



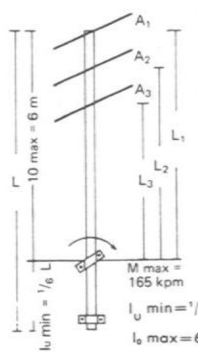
(1) La propagación de las ondas electromagnéticas responde a las leyes de la física ondulatoria



(2) Propagación de las ondas de radio

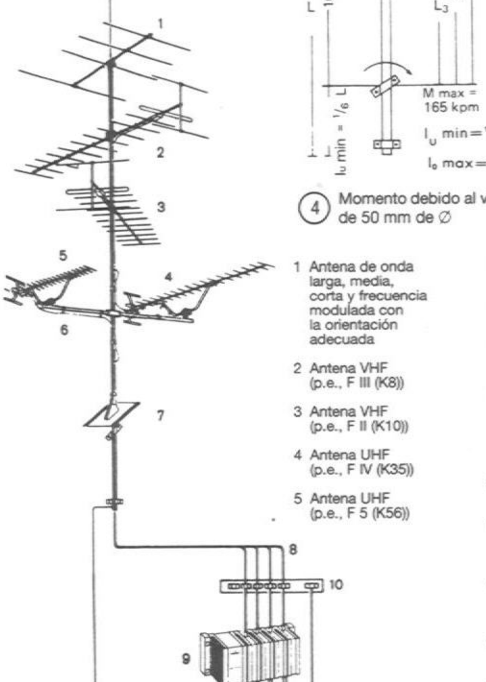


(3) Evitar la perturbación ambiental eligiendo adecuadamente el lugar de colocación



Altura libre L (m)	Momento debido al viento M_V 80 (kpm)	M_V 110 (kpm)
4,15	41,4	57,0
4,0	38,4	53,0
3,75	33,7	46.4
3,5	29,4	40,5
3,25	25,3	34,8
3,0	21,6	28,7
2,75	18,1	24,9
2,5	15,1	20,6
2,25	12,1	16,7
2,0	9,6	13,4

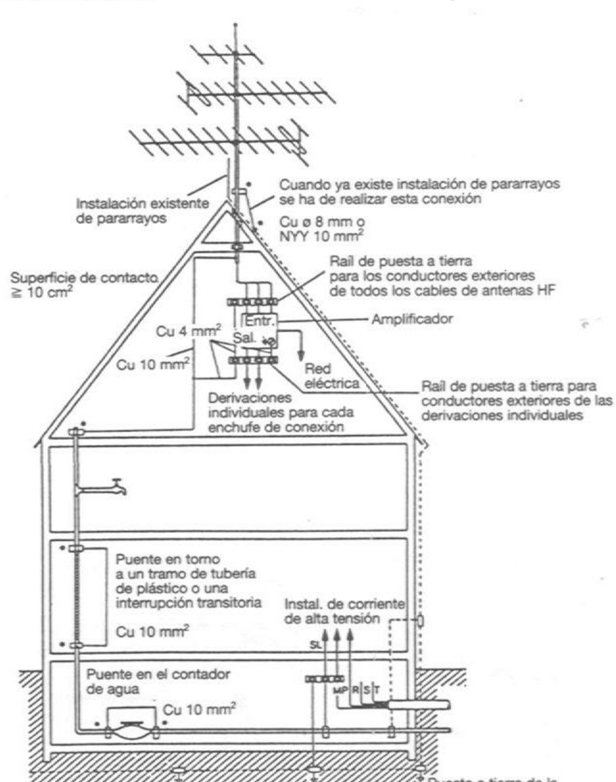
(4) Momento debido al viento M_V en un mástil de 50 mm de ∅



1 Antena de onda larga, media, corta y frecuencia modulada con la orientación adecuada
2 Antena VHF (p.e., F III (K8))
3 Antena VHF (p.e., F II (K10))
4 Antena UHF (p.e., F IV (K35))
5 Antena UHF (p.e., F 5 (K56))
6 Soporte para dos antenas UHF
7 Pasatubos
8 Derivación descendente, cable coaxial de 60 Ω
9 Amplificador para ondas largas, medias, cortas y frecuencia modulada
10 Raíl de puesta a tierra
11 Conector de cables con borne de prueba
12 Derivaciones principales, cable coaxial de 60 Ω
13 Cajas de distribución
14 Enchufes de antenas para radios
15 Cable de conexión para radios
16 Cable para televisores
17 Toma de tierra

(5) Esquema de instalación de una antena colectiva

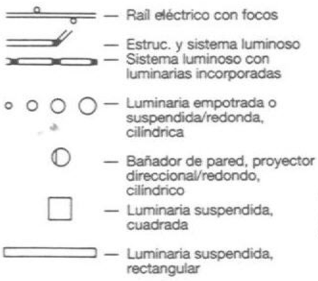
Las antenas de radio y televisión influyen negativamente en la imagen urbana. La instalación de antenas colectivas puede reducir su impacto. Además, la colocación de muchas antenas en poco espacio, perjudica su eficacia al interponerse, algunas de ellas, entre las antenas restantes y el repetidor. Al empezar a construir un edificio ya se ha de prever la instalación de una antena colectiva → (6), la correspondiente toma de tierra y los amplificadores de señal necesarios para evitar una caída excesiva en la conducción → (5) + (6). En las conexiones a tuberías de agua se ha de tener en cuenta el puente en el contador de agua → (6). Durante la construcción se ha de vigilar la correcta realización de la puesta a tierra para la instalación de pararrayos → p. 126. ¡No deben montarse antenas encima de cubiertas de paja, cañizo o materiales de cubrimiento fácilmente combustibles! En este caso, se han de instalar antenas con un mástil independiente o colocarlas en las ventanas. En rendimiento de las antenas depende en gran medida del entorno → (1), incluso de la presencia de líneas eléctricas de alta tensión. Una buena recepción exige que la antena esté orientada al emisor o repetidor más cercano (la llamada polarización de una antena). Las ondas cortas no siguen la curvatura de la tierra; las ondas de longitud superior a 1 metro se ajustan más, aunque en parte se dirigen a la troposfera, desde donde se reflejan otra vez a la superficie terrestre, por lo que una emisora de televisión también puede recibirse allí donde no alcanza el repetidor. Existen multitud de antenas de formas diferentes. Respetar las reglas básicas de instalación → (3). Es importante reservar suficiente sitio en el edificio para alojar los dispositivos adicionales de la puesta a tierra del pararrayos → (6). Los árboles más altos que el extremo superior de la antena, sobre todo los de hoja perenne, pueden provocar interferencias si se encuentran en el camino entre la antena y el repetidor. Las antenas colocadas debajo de la cubierta tienen poca eficacia en la zona de UHF. En la zona de VHF la caída respecto a las antenas exteriores es aproximadamente de sólo la mitad. Las antenas de habitación son muchísimo más débiles (antenas auxiliares). Una antena debe servir para recibir ondas de frecuencia larga, media, corta y modulada y varias frecuencias de televisión y, además, estar construida de manera que sea duradera y que esté protegida frente a la oxidación. En las antenas tipo mástil se ha de realizar una comprobación estructural según VDE 0855, 1.ª parte → (4). Por regla general, cuando la base del mástil se introduce entre el envigado de la cubierta, se ha de sujetar a lo largo de ≧ 1 metro si la estructura es de madera, y ≧ 75 cm a la obra de fábrica. Los anclajes a chimeneas en uso son peligrosos por el elevado riesgo de corrosión. En el caso de cubiertas planas, el mástil se ha de fijar a los muros exteriores. La recepción de las cadenas que emiten por cable no necesita antena, pero sí suficiente sitio en el sótano (junto a la acometida) para el amplificador y conexión a la red eléctrica.



(6) Esquema de puesta a tierra de una instalación de pararrayos (sistema Siemens)

Denominacón física	Denominación luminotécnica y símbolo	Unidad luminotécnica y abreviatura
Flujo de radiación	Flujo luminoso Φ	Lumen (lm)
Intensidad radiante	Intensidad luminosa I	Candela (cd)
Intensidad de radiación	Intensidad de iluminancia E	Lux (lx)
Densidad de radiación	Densidad de luminancia D	(cd/m²)
Cantidad de radiación	Cantidad de luminancia Q	(lm·h)
Irradiación	Iluminación H	(lx·h)

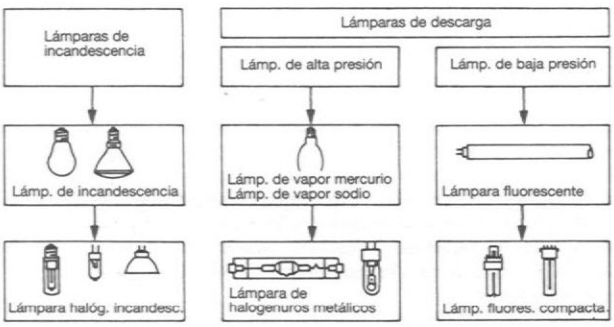
(1) Unidades físicas y luminotécnicas



(2) Símbolos universales para planos de arquitectura



(3) Símbolos para planos de arquitectura según DIN 40717



(4) Tipos de las lámparas

→ 📖

DIN 5035
Directrices sobre condiciones laborales «Iluminación artificial» ASR 7/3 1979
Información: LiTG-Geschäftsstelle, Burggrafenstr. 6, 1000 Berlín 30 ERCO Leuchten, Postfach 2460, 5880 Lüdenscheid

Datos luminotécnicos

El rendimiento de la radiación percibida por el ojo se denomina flujo luminoso Φ. El flujo luminoso comprendido en un determinado ángulo y según una dirección específica, es la intensidad luminosa I. La intensidad luminosa de una luminaria en todas las direcciones de radiación, proporciona la distribución de la intensidad luminosa, generalmente reproducida en forma de curvas fotométricas (CF), p. 129 (2). Las CF revelan el grado de apantallamiento de la radiación de una luminaria y si es simétrica o no.

El flujo luminoso por unidad de superficie es la intensidad de iluminancia E. Valores típicos:

Radiación global (cielo despejado)	máx. 100 000 lx
Radiación global (cielo cubierto)	máx. 20 000 lx
Visibilidad óptima	2 000 lx
Mínima visibilidad en el puesto de trabajo	200 lx
Iluminación mínima para orientarse	20 lx
Iluminación de las vías públicas	10 lx
Iluminación de la luna	0,2 lx

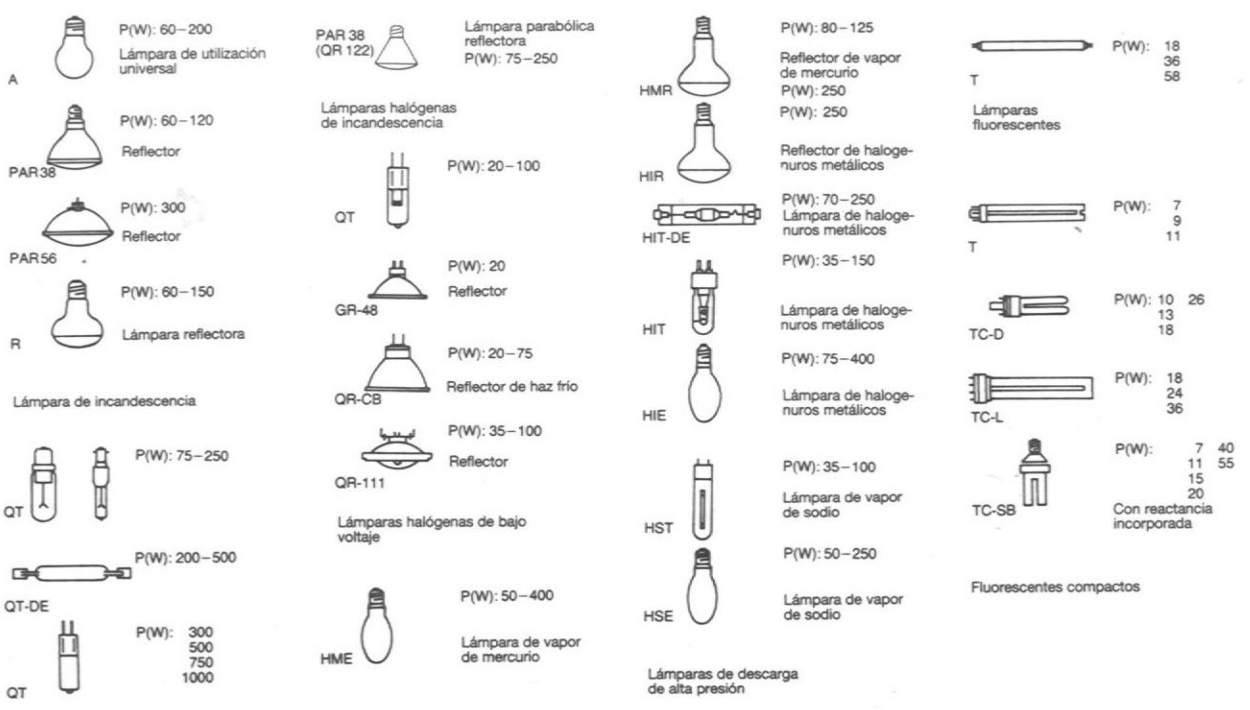
La densidad de iluminación D es una medida para determinar la claridad percibida; en las luminarias esta densidad es relativamente alta y puede deslumbrar. De ello resulta la exigencia de colocar pantallas en las luminarias colocadas en espacios interiores. La densidad de iluminación de una superficie se calcula a partir de la densidad de iluminación E y del grado de reflexión ($D = E \cdot \rho / \pi$).

Las luminarias transforman la energía eléctrica (W) en flujo luminoso (lm). La eficacia puede valorarse a partir del consumo relativo de electricidad (lm/W).

Luminarias

En los espacios interiores se instalan lámparas de incandescencia y de descarga → (4). Características de las lámparas de incandescencia: proporcionan una luz de color blanco cálido, excelente reproducción de los colores, funcionamiento sin centelleos. Si se emplean lámparas halógenas de incandescencia se puede conseguir una densidad de iluminación elevada, además, su reducido tamaño permite que las luminarias sean también pequeñas. Propiedades adicionales: elevado rendimiento (lm/W), vida media entre 1000 y 3000 horas.

Características de las lámparas de descarga: funcionamiento con reactancia y cebador. Elevado rendimiento y una vida media considerablemente alta, entre 5000 y 15 000 horas. Color de la luz según el tipo de lámpara: blanco-cálido, blanco-neutro o blanco-luz diurna. Reproducción de colores desde regular a muy buena. El centelleo se evita sólo si se instala un aparato electrónico de encendido (EVG).

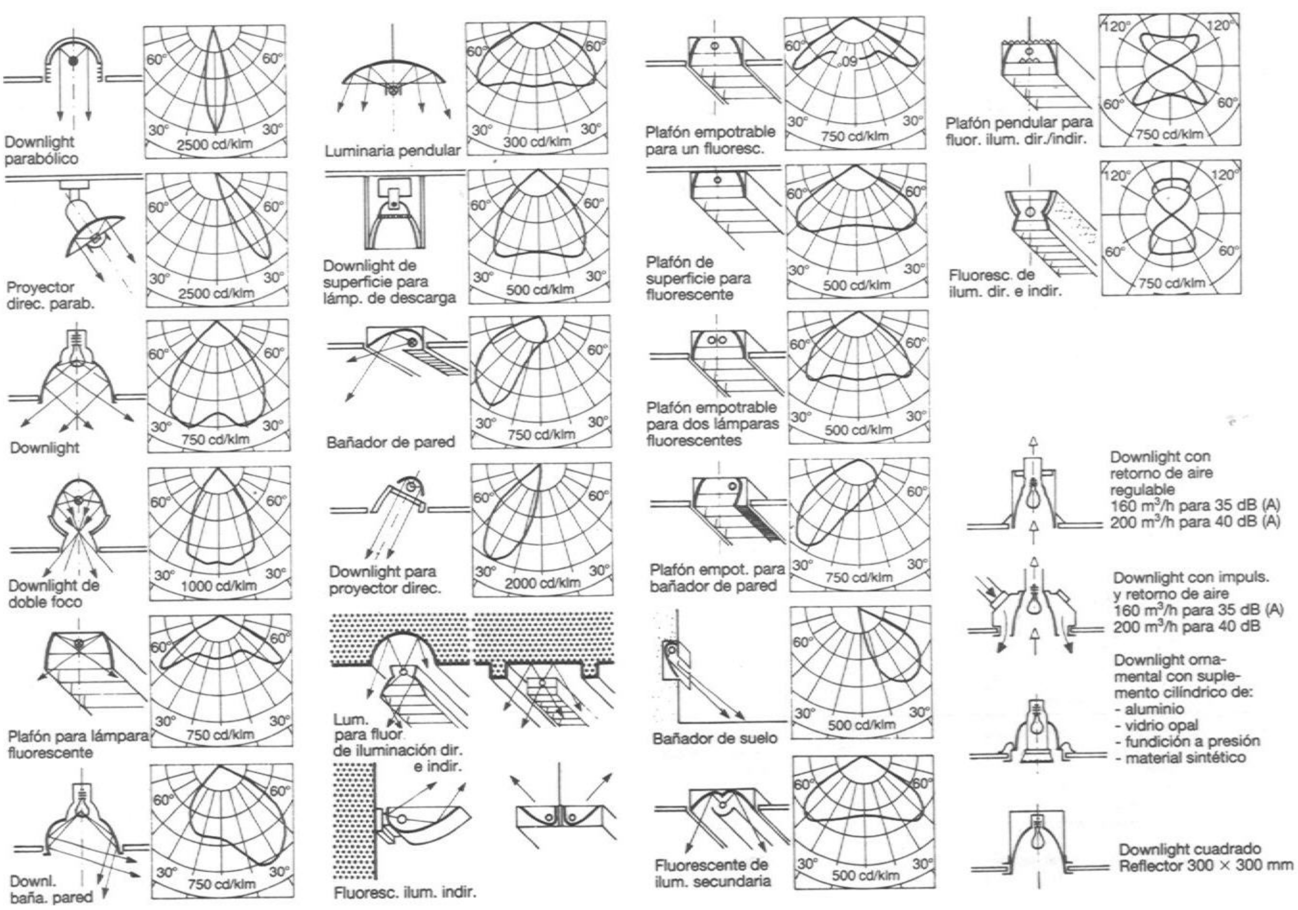


(5) Tabla de lámparas

Alumbrado
Iluminación
Vidrio

Tipo de luminaria		Proyector extensivo	Proyector direccional	Uplight	Downlight	Plafones para luminarias fluorescentes: Cuadrado	Plafones para luminarias fluorescentes: Rectangular
A	Lámpara de utilización universal 60-200 W		○		○		
PAR, R	Reflector parabólico 60-300 W		○		○		
QT	Lámpara halógena de incandescencia 25-200 W	○	○	○	○		
QT-DE	Lámp. hal. incand. con portalám. bilat. 100-500 W	○		○			
QT-LV	Lámpara halógena de bajo voltaje 20-100 W		○		○		
QR-LV	Reflector halógeno de bajo voltaje 20-100 W		○		○		
T	Lámpara fluorescente 18-58 W	○		○		○	○
TC TC-D TC-L	Lámp. fluoresc. compacta 7-55 W	○	○	○	○	○	○
HME	Lámpara de vapor de mercurio 50-400 W				○		
HSE/HST	Lámpara de vapor de sodio 50-250 W				○		
HIT HIT-DE	Lámpara de halogenuros metál. 35-250 W	○	○	○	○		

(1) Cuadro de aplicación de las lámparas, según el tipo de luminaria



(2) Luminarias y distribución de la luz

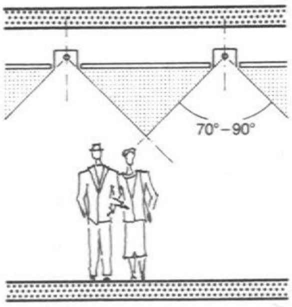
Altura del espacio	Intensidad de iluminación nominal	Función	A ≤ 100 W	A > 100 W	PAR 38	PAR 56	R	QT ≤ 250 W	QT – DE	QT > 250 W	QT–LV	QR–CB–LV	QR–LV	T	TC	TC–D	TC–L	HME ≤ 80 W	HME > 80 W	HSE	HST	HIT – DE ≤ 70 W	HIT – DE > 70 W	HIT ≤ 70 W	HIT > 70 W	HIE
Hasta 3 m	Hasta 200 lx	Garajes, locales de empaquetamiento												●				●		●	●					
		Salas auxiliares												●	●	●	●			●	●					
		Talleres												●												
		Restaurantes	●				●				●	●	●													
		Vestíbulos	●	●	●						●	●			●	●										
	Hasta 500 lx	Oficinas convencionales, aulas, ventanillas de caja												●		●	●									
		Salas de reuniones	●	●							●	●		●	●	●	●									
		Talleres												●				●	●							
		Librerías						●						●			●									
		Tiendas									●	●		●	●	●	●					●		●		
		Salas de exposiciones			●						●			●	●	●	●	●				●		●		
		Museos y galerías	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●			●									
		Accesos	●	●				●			●			●	●	●	●									
	Hasta 750 lx	Oficinas convencionales con mayores exigencias visuales												●			●									
		Talleres												●					●				●		●	
		Grandes almacenes												●			●	●								
		Supermercados												●												
		Vitrinas						●	●	●	●	●	●									●	●	●	●	
		Cocinas de hoteles												●			●									
		Escenarios para conciertos				●		●	●																	
		Dibujo técnico, grandes oficinas												●			●									
De 3 a 5 m	Hasta 200 lx	Almacenes												●				●	●	●	●					
		Talleres												●				●								
		Naves industriales												●				●		●	●	●		●		
		Vestíbulos	●	●	●						●				●	●										
		Restaurantes	●				●				●	●	●		●	●										
		Iglesias	●	●	●			●								●										
		Salas de conciertos, teatros	●	●				●																		
	Hasta 500 lx	Talleres												●					●				●		●	
		Naves industriales												●					●				●		●	
		Auditorios, aulas, salas de reuniones		●				●						●			●									
		Tiendas												●		●	●	●					●		●	
		Salas de exposiciones, museos, galerías		●	●	●	●	●	●	●				●		●	●									
		Accesos		●	●	●		●						●	●	●	●						●		●	
		Hoteles														●	●									
		Pabellones polideportivos						●						●					●				●		●	●
	Hasta 750 lx	Talleres												●				●	●				●		●	●
		Salas de dibujo												●			●									
		Laboratorios												●												
		Librerías, salas de lectura						●						●			●									
		Salas de exposiciones												●			●		●				●		●	●
		Ferias de muestras																	●							●
		Grandes almacenes												●			●						●		●	●
		Supermercados												●												
		Grandes cocinas												●												
		Escenarios para conciertos			●	●		●	●																	
Más de 5 m	Hasta 200 lx	Naves industriales y de maquinaria												●					●	●	●					●
		Salas de almacenamiento con estanterías altas												●					●							
		Iglesias		●		●		●																		
		Salas de conciertos, teatros		●		●		●																		
	Hasta 500 lx	Naves industriales												●					●				●		●	●
		Museos, galerías de arte				●		●						●			●									
		Aeropuertos y estaciones												●			●		●	●	●		●		●	●
		Salas de convenciones				●		●																		
		Pabellones polideportivos						●						●									●		●	●
	Hasta 750 lx	Naves industriales																	●	●	●					●
		Auditorios						●						●			●									
		Salas de exposiciones							●					●			●						●		●	●
		Ferias de muestras																	●				●		●	●
		Supermercados												●					●				●		●	●

A = Lámpara de utilización universal
PAR = Reflector parabólico
R = Reflector
QT = Lámp. halógena de incandescencia
QT-DE = Lámp. halógena de incandescencia con zócalo en ambos extremos
QT-LV = Lámpara halógena de bajo voltaje
QR-LV = Reflector de bajo voltaje
QR-CB-LV = Reflector halógeno de haz frío
T = Lámpara fluorescente
TC = Lámpara fluorescente compacta
TC-D = Lámpara fluorescente compacta doble
TC-L = Lámpara fluorescente larga
HME = Lámpara de vapor de mercurio
HSE = Lámpara de vapor de sodio
HST = Lámpara tubular de vapor de sodio
HIT = Lámpara de halogenuros metálicos
HIE = Lámpara de halogenuros metálicos de forma elíptica

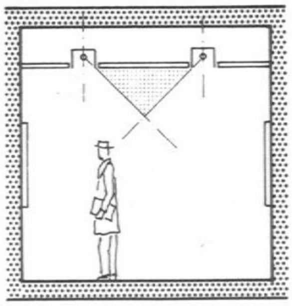
(1) Lámparas para iluminar espacios interiores

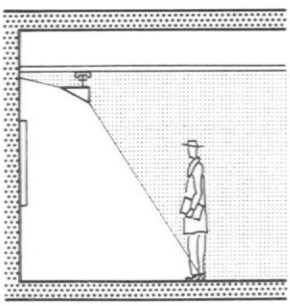
Tipos de iluminación en espacios interiores

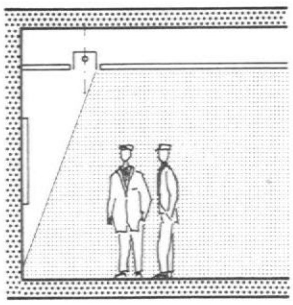
Iluminación directa y simétrica → (1). Preferible para la iluminación general de salas de trabajo, salas de conferencias y zonas de circulación. Para alcanzar un determinado nivel de iluminación se necesita un rendimiento eléctrico relativamente bajo. Rendimiento específico de las luminarias → p. 134 (1). El ángulo de apantallamiento de las luminarias en salas de trabajo es aprox. de 30°; en casos con un confort visual muy elevado puede llegar hasta 40°. Al diseñar una iluminación se ha de partir de un ángulo de irradiación entre 70° y 90°.
Downlight-bañador de pared, luminaria fluorescente-bañador de pared → (2). Se utilizan para conseguir una iluminación uniforme de la pared; el efecto es equivalente al de una iluminación directa.
Raíl electrificado-bañador de pared y suelo → (3). Iluminación uniforme de la pared; dependiendo de la separación entre los proyectores se consiguen intensidades de hasta 500 lx. Se pueden instalar tanto lámparas fluorescentes como lámparas halógenas de incandescencia.
Bañadores de pared empotrados en techo → (4). Sirven para iluminar exclusivamente la pared; se pueden instalar tanto lámparas fluorescentes como lámparas halógenas de incandescencia.
Downlight-proyector orientable → (5). Instalando las luminarias uniformemente en el techo, se consigue una iluminación diferenciada del espacio. El reflector se puede inclinar 40° y girar 360°. Instalación de lámparas halógenas de incandescencia y especialmente lámparas halógenas de bajo voltaje.
Iluminación indirecta → (6) La sensación de claridad, incluso cuando el nivel de iluminación es bajo, y la ausencia de deslumbramiento caracterizan este tipo de iluminación. Es imprescindible que la sala tenga suficiente altura y además, es necesario adecuar la iluminación a la forma del techo. En la iluminación de los puestos de trabajo se ha de limitar la iluminación del techo a un máximo de 400 cd/m^2. Se consume hasta tres veces más energía que con la iluminación directa.
Iluminación directa-indirecta → (7). Debido a la sensación de claridad y al rendimiento energético (30 % en la iluminación indirecta y 70 % en la iluminación directa), cuando el espacio tiene suficiente altura (h ≧ 3 m) se suele optar por una iluminación directa-indirecta. Instalación mayoritaria de lámparas fluorescentes; en estructuras luminosas también se colocan combinándolas con lámparas de incandescencia.
Bañadores de techo, bañadores de suelo → (8) – (9). Se utilizan para la iluminación de techos y paredes. Instalación de lámparas halógenas de incandescencia o lámparas fluorescentes; también es posible instalar lámparas de descarga de alta presión.
Luminarias murales → (10). Sirven sobre todo para conseguir efectos decorativos, incluso colores especiales colocando filtros y prismas. Con limitaciones, puede emplearse también para iluminar techos y suelos.
Raíles electrificados-bañadores de pared → (11). Utilizados sobre todo en museos y salas de exposiciones, no se ilumina el suelo. Los niveles de iluminación vertical que se han de alcanzar en zonas de exposición son, 50 lx, 150 lx y 300 lx; instalación preferentemente de lámparas de incandescencia y lámparas fluorescentes.
Raíles electrificados-proyectores → (12). Ángulo de irradiación: 10° (reflector «spot»), 30° (reflector «flood»), 90° (reflector «bañador»). Se pueden modificar las características de irradiación mediante lentes (lente de escultura y lente de Fresnel) y la calidad de la luminaria mediante filtros UV, filtros antitérmicos y cristales de color (museos, salas de exposición, salas de venta). La protección frente al deslumbramiento se consigue mediante viseras y monturas, acopladas al cabezal.

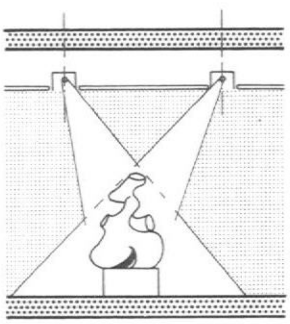


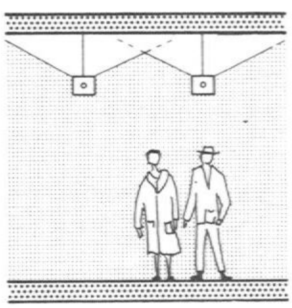
(1) Iluminación directa
Simétrica

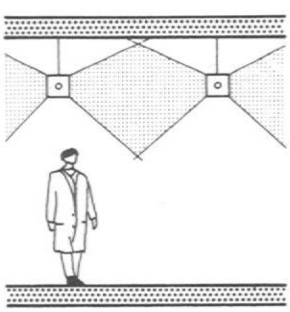

(2) Bañador de pared
Iluminación directa

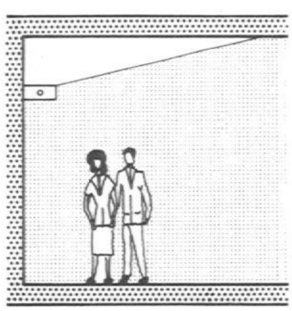

(3) Bañador de pared y suelo en raíl electrificado

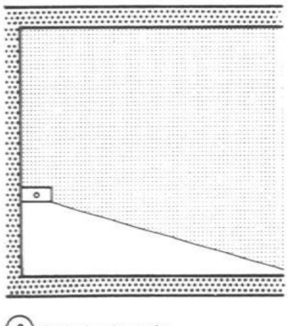

(4) Bañador de pared

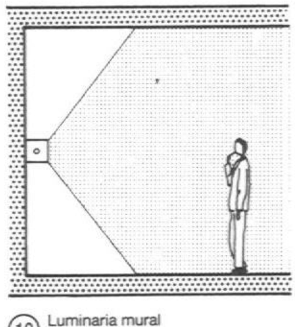

(5) Proyector orientable

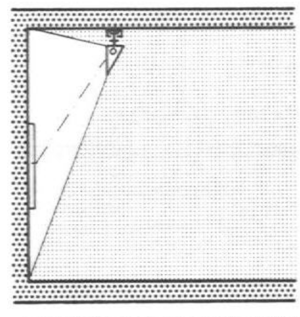

(6) Iluminación indirecta

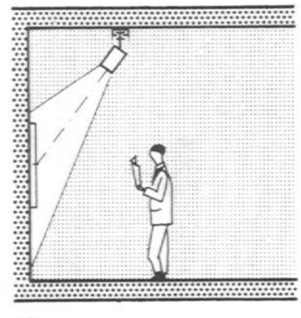

(7) Iluminación directa-indirecta


(8) Bañador de techo


(9) Bañador de suelo

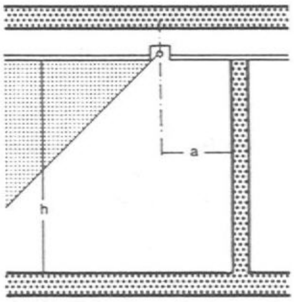

(10) Luminaria mural
Iluminación directa-indirecta


(11) Bañador de pared en raíl electrificado

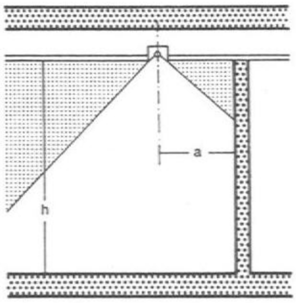

(12) Proyector en raíl electrificado

Alumbrado
Iluminación
Vidrio

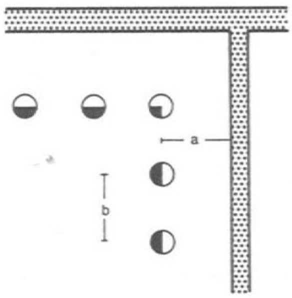
→ 🕮



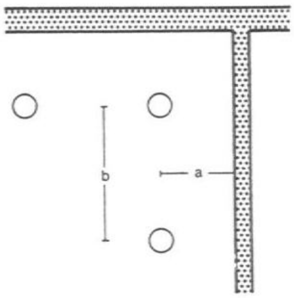
① Downlight-bañador de pared
Separación de la pared: a ≈ 1/3 h



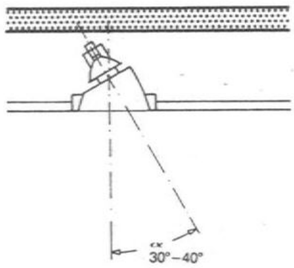
② Downlight
Separación de la pared: a ≈ 1/3 h



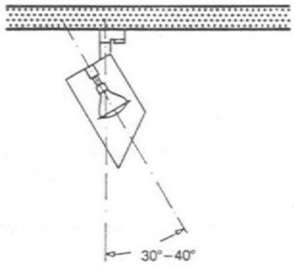
③ Downlight-bañador de pared
Separación entre luminarias:
b = 1 – 1,5a



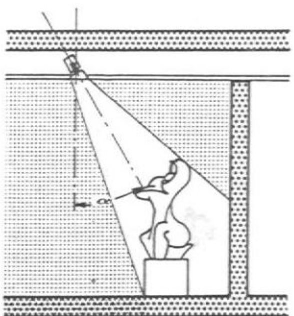
④ Downlight
Separación entre luminarias: b: ≈ 2a



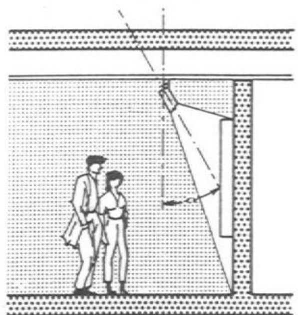
⑤ Ángulo de inclinación de los proyectores orientables y bañadores: α = 30°–40° (óptimo)



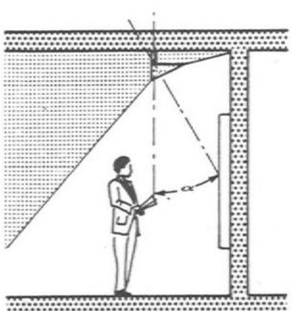
⑥ Ángulo de inclinación de los proyectores para iluminar paredes y objetos aislados
α = 30°–40° (óptimo)



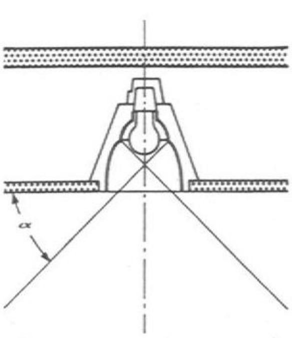
⑦ Iluminación de objetos aislados



⑧ Iluminación de paredes
Proyectores



⑨ Iluminación de paredes
Bañadores



⑩ Ángulo de apantallamiento
(= 30°/40°/50°)

Geometría de la distribución de luminarias

La separación entre las luminarias y la distancia hasta la pared dependen de la altura de la sala → ① – ④.

El ángulo de incidencia de la luz sobre los objetos iluminados y la pared debe estar entre 30° (valor óptimo) y 40° → ⑤ – ⑨.

El ángulo de apantallamiento de los downlights está comprendido entre 30° (luz de irradiación ancha, suficiente delimitación del deslumbramiento) y 50° (luz de irradiación profunda, elevada delimitación del deslumbramiento) → ⑩; en las luminarias fluorescentes entre 30° y 40°.

20 lx	Necesarios para distinguir rasgos faciales. Una potencia de iluminación de 20 lx en horizontal, es el valor mínimo para la iluminación interior en zonas que no son de trabajo.
200 lx	Las zonas de trabajo con una potencia de iluminación E < 200 lx producen un efecto sombrío. Por lo tanto, una potencia de iluminación de 200 lx es el valor mínimo para la iluminación de estas zonas.
2000 lx	2000 lx es el valor de iluminación óptimo en zonas de trabajo.
	El factor 1,5 es la diferencia de potencia lumínica mínima que se puede percibir. De ello resulta el escalonamiento de la potencia nominal lumínica E en los espacios interiores: 20; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 500; 750; 1000; 1500; 2000; etc.

⑪ Potencia lumínica en los espacios interiores

Potencia lumínica recomendada			Ámbito, actividad
20	30	50	Caminos y zonas exteriores de trabajo
50	100	150	Orientación en salas de breve estancia
100	150	200	Zonas de trabajo ocasional
200	300	500	Tareas visuales de dificultad escasa
300	500	750	Tareas visuales de dificultad media
500	750	1000	Tareas vis. con elevadas exigenc., p.e. trabajo oficina
750	1000	1500	Tareas visuales de dificultad elevada, labores de montaje de precisión
1000	1500	2000	Tareas visuales de dificultad muy elevada, p.e. labores de control y supervisión
más de 2000			Ilum. complem. para tareas visuales especiales

⑫ Potencia lumínica recomendada según C/E

Siglas de caracterización: IP	Ejemplo: IP 44
Primera cifra 0-6	Grado protec. frente a golpes y partículas
Segunda cifra 0-8	Grado de protección frente al agua

1. 1.ª cifra	Ámbito de protección
0	Sin protección
1	Protección frente a partículas grandes (> 50 mm)
2	Protección frente a partículas medias (> 12 mm)
3	Protección frente a partículas pequeñas (< 2,5 mm)
4	Protección frente a partículas muy pequeñas (< 1 mm)
5	Protección frente a sedimentación de polvo
6	Protección frente a la entrada de polvo

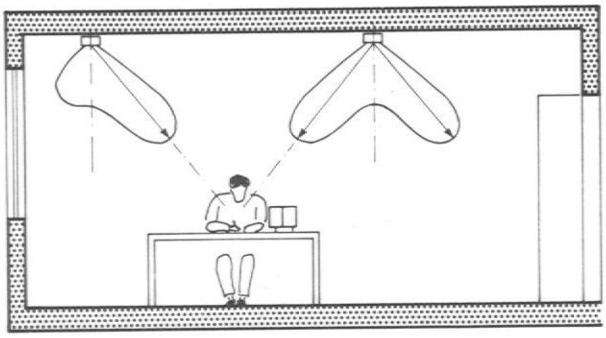
2. 2.ª cifra	Ámbito de protección
0	Sin protección
1	Protección contra gotas de agua en caída vertical
2	Protección contra gotas de agua en caída inclinada, hasta 15°
3	Protección contra lluvia fina
4	Protec. contra agua pulverizada
5	Protección contra chorro de agua
6	Protección contra la entrada de agua por inundación
7	Protección contra la entrada de agua por inmersión
8	Protección contra la entrada de agua por sumersión

⑬ Tipo de protección de las luminarias

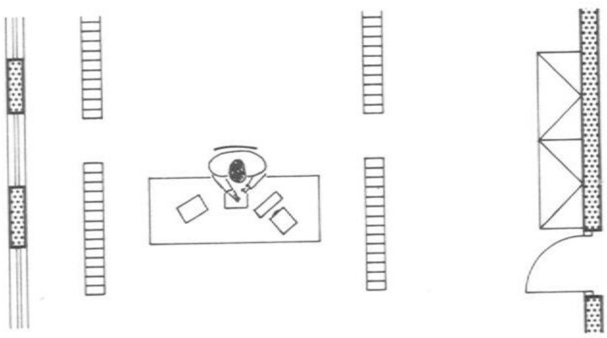
Grado	Índice Ra	Ámbito típico de aplicación
1A	> 90	Muestras de colores, galerías
1B	90 > Ra > 80	Viviendas, hoteles, restaurantes, oficinas, escuelas, hospitales, industrias textiles, imprentas
2A 2B	80 > Ra > 70 70 > Ra > 60	Industrias
3	60 > Ra > 40	Industrias con escasa necesidad de una buena reproducción de los colores
4	40 > Ra > 20	Ídem

⑭ Reproducción del color de las luminarias según DIN 5035

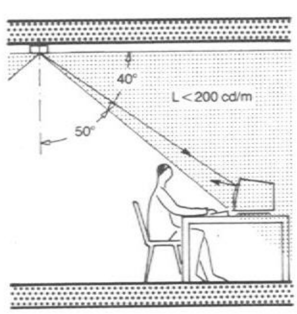
→ 📖



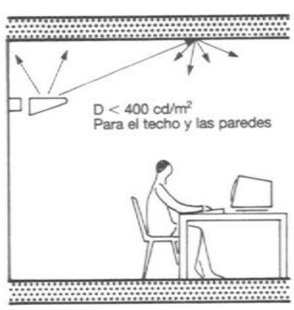
① Emplazamiento correcto de las luminarias respecto al puesto de trabajo; iluminación lateral



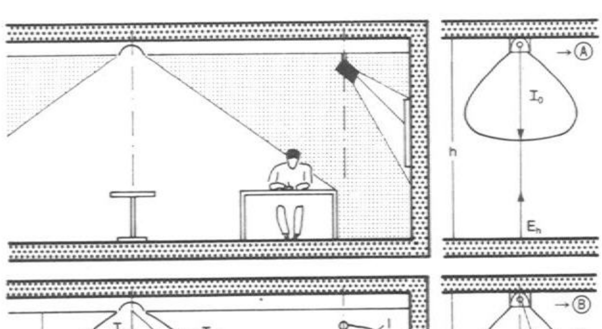
② Las superficies de trabajo, las pantallas de los monitores, el teclado y el papel deben ser mates



③ Las luminarias que pueden producir reflejos, deben tener menor densidad lumínica en la zona crítica de irradiación



④ Densidad lumínica de una iluminación indirecta

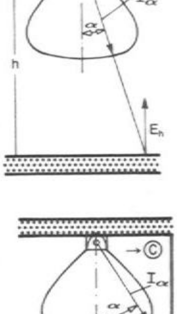


⑤ Iluminancia puntual de las luminarias

Ⓐ $E_h = \frac{I_0}{h^2}$

Ⓑ $E_h = \frac{I_\alpha}{h^2} \cdot \cos^3\alpha$

Ⓒ $E_v = \frac{I_\alpha}{d^2} \cdot \cos^3(90-\alpha)$



⑥ Ley de separación fotométrica

Características de la iluminación

Una buena solución luminotécnica ha de satisfacer requisitos funcionales y ergonómicos, y tener en cuenta la rentabilidad económica. Además de este criterio general, también se han de considerar aspectos cualitativos y, sobre todo, arquitectónicos.

Criterios cuantitativos

Nivel de iluminación

Como valor medio en las zonas de trabajo se necesitan entre 300 lx (oficina pequeña con luz natural) y 750 lx (espacios grandes). Mediante una iluminación complementaria de los puestos de trabajo, se pueden conseguir niveles superiores de iluminación.

Dirección de la luz → ①

Es preferible que la iluminación de los puestos de trabajo sea lateral; para lograrlo es necesario que la distribución de la luz tenga forma de ala → p. 129 ②.

Área de deslumbramiento → ② – ③

El área de deslumbramiento abarca el directo, el que se produce por reflexión y los reflejos especulares en pantallas de monitores. El deslumbramiento directo se delimita colocando luminarias con un ángulo de apantallamiento ≧ 30°.
El deslumbramiento producido por reflexión, con una iluminación en el puesto de trabajo y dando un tratamiento mate a las superficies circundantes → ②.
Los reflejos especulares en las pantallas de monitores se reducen con filtros antirreflectantes. Las luminarias, que a pesar de todo se reflejan en la pantalla, han de tener, en este ámbito, una densidad ≦ 200 cd/m². (Colocación de reflectores muy brillantes.)

Distribución de la densidad lumínica

La distribución armónica de la densidad lumínica es el resultado de una cuidadosa sintonía de todas las reflexiones en el espacio → ⑦. La densidad lumínica de la iluminación indirecta no puede superar las 400 cd/m².

Temperatura de color y reproducción de colores → p. 132 ④

El color de la luz queda fijado por la elección de la luminaria. Hay tres grupos: luz blanca cálida (temperatura de color inferior a 3300 K), luz blanca neutra (3300 K – 5000 K) y luz blanca diurna (temperatura de color superior a 5000 K). En las oficinas se suelen elegir luminarias de luz blanca cálida o neutra. En cuanto a la reproducción del color, que depende del espectro de la irradiación, deben emplearse, en general, luminarias del grado 1 (muy buena reproducción del color).

Cálculo de la iluminación puntual → ⑥

La iluminancia (horizontal E_h y vertical E_v), proporcionada por luminarias aisladas se puede calcular empleando las leyes de separación fotométricas, a partir del flujo luminoso de las luminarias y las dimensiones del espacio (altura h, separación d y ángulo de incidencia α).

	Grado de reflexión %		Grado de reflexión %
Materiales de luminarias		Mármol pulido	30 a 70
Aluminio brillante	80 a 87	Mortero claro, de cal	40 a 45
Aluminio extrusionado, mate	80 a 85	Mortero oscuro	15 a 25
Aluminio pulido	65 a 75	Piedra arenisca	20 a 40
Aluminio mate	55 a 76	Madera contrachapada	25 a 40
Pintura de aluminio, mate	55 a 65	Cemento, hormigón	20 a 30
Cromo pulido	60 a 70	Ladrillo cerámico	10 a 15
Esmalte blanco	65 a 75	**Colores**	
Laca blanca	80 a 85	Blanco	75 a 85
Cobre pulido	60 a 70	Gris claro	40 a 60
Latón pulido	70 a 75	Gris medio	25 a 35
Níquel	50 a 60	Gris oscuro	10 a 15
Papel blanco	70 a 80	Azul claro	40 a 50
Vidrio plateado reflectante	80 a 88	Azul oscuro	15 a 20
Plata pulida	90 a 92	Verde claro	45 a 55
Materiales de construcción		Verde oscuro	15 a 20
Roble albar, pulido	25 a 35	Amarillo claro	60 a 70
Roble oscuro, pulido	10 a 15	Marrón	20 a 30
Granito	20 a 25	Rojo claro	45 a 55
Piedra calcárea	35 a 55	Rojo oscuro	15 a 20

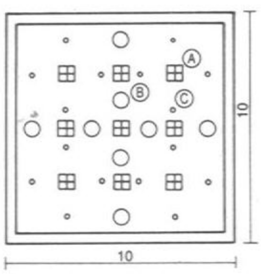
⑦ Grado de reflexión de los materiales

Rendimiento específico de conexión P* W/m² para 100 lx para una altura de 3 m, una superficie ≧ 100 m² y una reflexión de 0,7/0,5/0,2	
A	12 W/m²
QT	10 W/m²
HME	5 W/m²
TC	5 W/m²
TC-L	4 W/m²
T26	3 W/m²

(1) Rendimiento especif. de conexión P* para diferentes tipos de lámparas

Factor de corrección k				
Altura H	Superf. S (m²)	Grado de reflexión 070502	050201	000
		Claro	Medio	Oscuro
Hasta 3 m	20	0,75	0,65	0,60
	50	0,90	0,80	0,75
	≧ 100	1,00	0,90	0,85
3-5 m	20	0,55	0,45	0,40
	50	0,75	0,65	0,60
	≧ 100	0,90	0,80	0,75
5-7 m	50	0,55	0,45	0,40
	≧ 100	0,75	0,65	0,60

(2) Tabla de factores de corrección

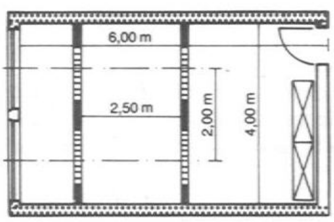


Ejemplo:
Superficie S = 100 m²
Altura H = 3 m
Grado de reflexión 0,5/0,2/0,1
(reflexión media)
Luminaria tipo (A)
P* = 4 W/m² · (fluorescente compacto)
P = 9 · 45 W = 405 W
Luminaria tipo (B)
P* = 12 W/m² · (lámpara universal)
P = 8 · 100 W = 800 W
Luminaria tipo (C)
P* = 10 W/m² (lámp. halógena de incand.)
P = 16 · 20 W = 320 W
Fórmula → (8)

$$E_m = \left(\frac{100\cdot 405}{100\cdot 4}+\frac{100\cdot 800}{100\cdot 12}+\frac{100\cdot 320}{100\cdot 10}\right)\cdot 0{,}9$$

E_m = 180 lx

(3) Cálculo de la iluminación en un espacio interior

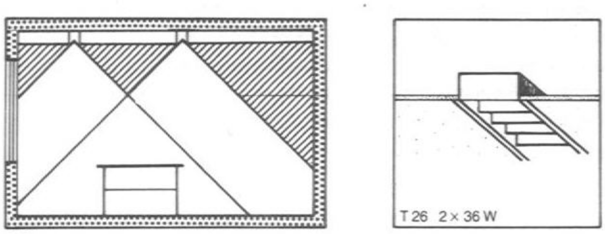


A = 24 m²
k = 0,75 (reflexión clara)
P* = 3 W/m²
P = 4 · 90 W = 360 W

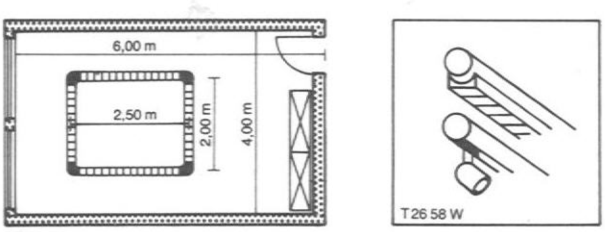
$$E_n = \frac{100\cdot 4\cdot 90}{24\cdot 3}\cdot 0{,}75$$

E_n = 375 lx

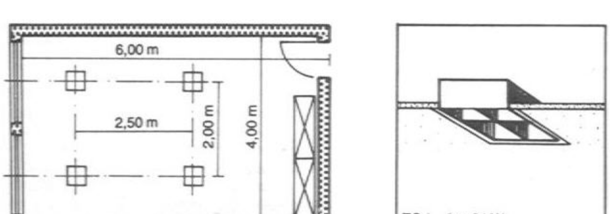
(4) Cálculo de la iluminación en una oficina



(5) Luminarias empotradas con lámparas fluorescentes



(6) Estructuras luminosas



(7) Luminarias empotradas con lámparas fluorescentes

Cálculo de la iluminancia media

En la práctica, con frecuencia es necesario calcular de forma aproximada la iluminancia media (E_m), para un determinado rendimiento eléctrico de las luminarias, p.e., para calcular el rendimiento eléctrico P de un determinado nivel de iluminancia. E_m y P se pueden calcular aproximadamente con la fórmula → (8). El rendimiento eléctrico necesario en la conexión P* depende del tipo de luminaria empleado → (1). Corresponde a una iluminación directa. El factor de corrección k depende de las dimensiones del espacio y del grado de reflexión de las paredes, del techo y del suelo → (2).

Si se han de calcular espacios con diferentes tipos de luminarias, se calcula cada uno de ellos por separado y se suman al final → (3).

El cálculo de la iluminancia, con ayuda del rendimiento específico de la conexión, también puede aplicarse en oficinas. Por ejemplo, una sala rectangular de 24 m² de superficie se equipa con 4 luminarias. Si cada una de ellas consiste en 2 lámparas de 36 W (valor de conexión incluido el interruptor: 90 W), se aplica la fórmula → (8) y resulta una iluminancia aproximada de 375 lx.

En las oficinas, además de las luminarias convencionales de forma rectangular para lámparas fluorescentes, también se emplean luminarias de forma cuadrada con lámparas fluorescentes compactas → (7) o estructuras luminosas → (6). Estas últimas permiten la combinación con raíles electrificados para colocar proyectores.

Iluminación de edificios

El flujo luminoso necesario para iluminar un edificio se calcula con la fórmula → (9). La densidad lumínica debería estar comprendida entre 3 cd/m² (edificios aislados) y 16 cd/m² (edificios en un entorno muy claro).

$$E_m = \frac{100\cdot P}{S\cdot P^*}\cdot k$$

$$P = \frac{E_m\cdot S\cdot P^*}{100}\cdot\frac{1}{k}$$

E_m Iluminancia nominal media (lx)
P Rendimiento de conexión (W)
P* Rendimiento específico de conexión (W/m²) → (1)
S Superficie del espacio
k Factor de corrección → (2)

(8) Fórmula para iluminancias medias E_m y rendimiento de conexión P

Fórmula de cálculo del flujo luminoso

$$\phi = \frac{\pi\cdot D\cdot S}{\eta_B\cdot\rho}$$

Densidad lumínica Edificio	(cd/m²)
Aislado	3 - 6,5
Entorno oscuro	6,5 - 10
Entorno semiclaro	10 - 13
Entorno muy claro	13 - 16

Efecto de la iluminación Edificio	η_B
Superficie grande	0,4
Superficie pequeña	
A gran distancia	0,3
Torres	0,2

ϕ = flujo luminoso necesario
D = dens. lumín. media (cd/m²)
S = superficie a iluminar
η_B = efecto de la iluminación
ρ = grado de reflexión del material

Grado de reflexión Material	ρ
Ladrillo pint. de blanco	0,85
Mármol blanco	0,6
Revoque de mort. claro	0,3-0,5
Revoque de mort. oscuro	0,2-0,3
Piedra arenisca clara	0,3-0,4
Piedra arenisca oscura	0,1-0,2
Ladrillo claro	0,3-0,4
Ladrillo oscuro	0,1-0,2
Madera clara	0,3-0,5
Granito	0,1-0,2

(9) Flujo luminoso necesario para iluminar edificios

Directriz laboral «Iluminación artificial» ASR 7/3 así como DIN 5035, 2.ª parte (extracto)

Tabla de los valores rectores de la iluminancia nominal en los puestos de trabajo

Zonas comunes:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Zonas de circulación en almacenes	50
Almacenes	50
Almacenaje con tareas de búsqueda	100
Almacenaje con tareas de lectura	200
Pasillos con estanterías	20
Mostrador	200
Mostrador de expedición	200
Bares	200
Salas de descanso	100
Gimnasios	300
Vestuarios	100
Lavaderos	100
Inodoros	100
Lavabos	500
Salas de máquinas	100
Aprovisionamiento de energía	100
Expedición de correo	500
Centralita telefónica	300

Zonas de circulación interiores:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Para personas	50
Para vehículos	100
Escaleras	100
Rampas	100

Oficinas:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Oficinas en general	500
Oficinas con puestos de trabajo cercanos a ventanas	300
Grandes oficinas/oficinas agrupadas:	
reflexión elevada	750
reflexión media	1000
Dibujo técnico	750
Salas para entrevistas	300
Recepción	100
Circulación de público	200
Procesamiento de datos	500

Industria química:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Instalaciones dirigidas a distancia	50
Instalaciones con actividad manual, ocasional	100
Puestos de trabajo permanentes en instalaciones industriales	200
Puntos de observación	300
Laboratorios	300
Trabajos con elevada exigencia visual	500
Comprobación de colores	1000

Industria del cemento, cerámica y vidrio:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Puestos o zonas de trabajo en hornos, mezcladoras y trituradoras	200
Prensar, fresar, soplar (vidrio)	300
Pulir, esmerilar, grabar (vidrio)	500
Trabajos ornamentales	500
Pulir y grabar a mano	750
Trabajos de precisión	1000

Acerías, siderurgias, grandes fundiciones:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Instalaciones automatizadas	50
Instalaciones con tareas manuales	100
Puestos de ocupación permanente en instalaciones de producción	200
Puntos de observación	300
Puestos de control	500

Industrias de transformación del acero:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Forja de piezas pequeñas	200
Soldar	300
Trabajos de relativa precisión, con máquinas	300
Trabajos de gran precisión, con máquinas	500
Puestos de control	750
Trenes de laminado en frío	200
Trenes de estirado de alambres	300
Manipulación de planchas pesadas	200
Manipulación de planchas ligeras	300
Producción de herramientas	500
Trabajos de montaje de baja precisión	200
Trabajos de montaje de precisión media	300
Trabajos de montaje de elevada precisión	500
Forjas de estampación	200
Fundiciones, sótanos, etc.	50
Pasarelas	100
Preparación de moldes de arena	200
Cepillado de fundición	200
Puestos de trabajo en el mezclador	200
Naves de fundición	200
Puestos de vaciado	200
Trabajos de conformado a máquina	200
Trabajos de conformado manual	300
Construcción de núcleos	300
Construcción de moldes	500
Trabajos de galvanización	300
Trabajos de pintado	300
Puestos de control	750
Fabricación de herramientas y mecánica de precisión	1000
Montaje de carrocerías	500
Trabajos de lacado	750
Trabajos nocturnos de lacado	1000
Trabajos de pulido	500
Montaje de acabado	500
Trabajos de inspección	750

Centrales térmicas:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Instalaciones de alimentación	50
Sala de calderas	100
Sala de igualación de presiones	200
Sala de máquinas	100
Sala auxiliar	50
Cuadros de mando en el interior	100
Cuadros de mando en el exterior	20
Puntos de observación	300
Trabajos de revisión	500

Industrias electrotécnicas:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Fabricación de cables y conductores, trabajos de montaje, bobinado con alambre grueso	300
Montaje de aparatos telefónicos, bobinado con alambre medio	500
Montaje de elementos de precisión, trabajos de ajuste y control	1000
Montaje de elementos de gran precisión, componentes electrónicos	1500
Trabajos de reparación	1500

Industria relojera y de joyería:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Elaboración de joyas	1000
Manipulación de piedras preciosas	1500
Taller de óptica y relojería	1500

Industrias de transformación de la madera:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Fosa de desecación	100
Bastidor de sierra	200
Trabajos de montaje	200
Elección de tipos de madera, trabajos de lacado y modelación	500
Manipulación de madera con máquinas	500
Chapado de madera	500
Control de fallos	750

Industrias papeleras e imprentas:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Elaboración de pasta de madera	200
Fabricación de cartón	300
Trabajos de encuadernación, impresión de papel pintado	300
Trabajos de corte, dorado, estampación, grabado en relieve de clichés, impresión a máquina, elaboración de matrices	500
Impresión manual, selección de papel	750
Trabajos de litografía, retocado, composición a mano y a máquina, ajuste de la composición	1000
Control de colores en impresiones policromas	1500
Trabajos de grabado en cobre y acero	2000

Industria peletera:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Trabajos en cubas	200
Manipulación de las pieles	300
Trabajos de guarnición	500
Tinte de pieles	750
Control de calidad, exigencia media	750
Control de calidad, exigencia elevada	1000
Control de calidad, exigencia muy elevada	1500
Control de colores	1000

Industria textil:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Puestos de trabajo en piscinas	200
Talleres de hilado	300
Talleres de tintado	300
Hilar, tejer, labores de punto	500
Coser, estampar tejidos	750
Taller de modista	750
Trabajos de modista	1000
Control de mercancías, control de colores	1000

Industria de la alimentación:

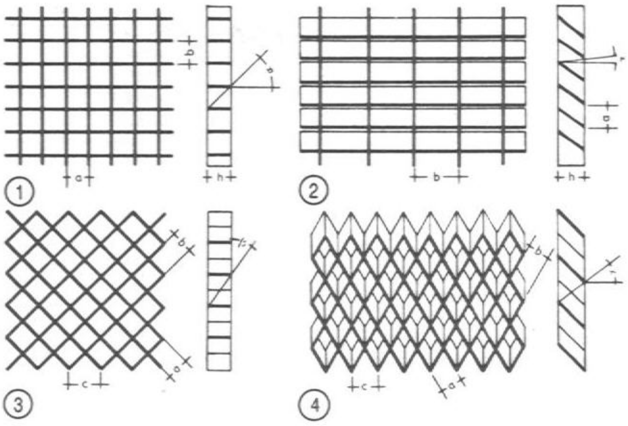
Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Puestos de trabajo, en general	200
Mezclar, empaquetar	300
Mataderos, centrales lecheras, molinos	300
Cortar y elegir	300
Elaboración de comestibles y cigarrillos	500
Control de producción, decoración, selección	500
Laboratorios	1000

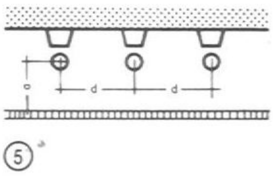
Comercio mayorista y minorista:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Puestos de trabajo de ocupación permanente, tiendas	300
Puestos de trabajo en las cajas	500
Artesanía y manufacturación (ejemplos de diferentes ramas)	
Pintado de elementos de acero	200
Montaje de instalaciones de calefacción y aire acondicionado	200
Cerrajerías	300
Talleres de reparación de automóviles	300
Carpinterías	300
Talleres de reparación, en general	500
Talleres de reparación de radios y televisores	500

Empresas de servicios:

Tipo de espacio / Tipo de actividad	E_m/lx
Hoteles y restaurantes, recepción	200
Cocinas	500
Comedores	200
Bufé	300
Salones	300
Restaurantes, self-service	300
Lavandería	300
Planchado a máquina	300
Planchado a mano	300
Seleccionar	300
Trabajos de control	1000
Peluquería	500
Cosmética	750





Falsos techos reticulares

① Retícula cuadrada
② Retícula rectangular
③ Retícula diagonal
④ Retícula romboidal
⑤ Colocación de las lámparas a ≥ 2/3 d

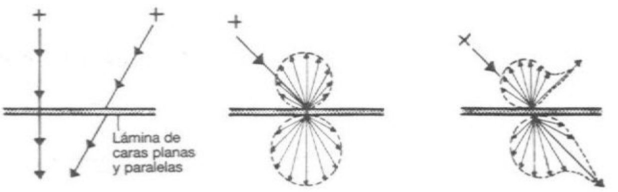
TUBOS FLUORESCENTES PARA ANUNCIOS

Los tubos fluorescentes permiten trazar cualquier tipo de escrito y figura ornamental y se pueden regular fácilmente, mediante resistencias o transformadores. Son frecuentes en cines, teatros, tiendas y anuncios publicitarios.
En oficinas y grandes almacenes suelen colocarse encima de un falso techo reticular, de manera que la luz ilumine directamente hacia abajo → ① – ⑤.

Las bandas de tubos fluorescentes, separadas a intervalos iguales, permiten iluminar un espacio de forma uniforme; las sombras son muy parecidas a las que produce la luz diurna.

Las lámparas de descarga a alta presión de vapor de mercurio se emplean en fábricas y naves industriales y también para iluminar espacios exteriores.

Las lámparas mixtas producen una luz muy parecida a la diurna, con una buena reproducción de colores. En estas lámparas el propio filamento sirve de reactancia.



⑥ Transparencia orientada del vidrio claro, con refracción de los rayos inclinados

⑦ Transparencia difusa, vidrio opal translúcido, alabastro, etc.

⑧ Transparencia mixta del vidrio ornamental, vidrio opal claro, seda, etc.

Material	Difusión	Espesor mm	Reflexión %	Trans-paren. %	Absor-ción %
Vidrio claro	ninguna	2-4	6-8	90-92	2-4
Vidrio ornamental	escasa	3,2-5,9	7-24	57-90	3-21
Vidrio claro, esmerilado por fuera	escasa	1,75-3,1	7-20	63-87	4-17
Vidrio claro, esmerilado por dentro	escasa	1,75-3,1	6-16	77-89	3-11
Vidrio opal: grupo 1	buena	1,7-3,6	40-66	12-38	20-31
grupo 2	buena	1,7-2,5	43-54	37-51	6-11
grupo 3	buena	1,4-3,5	65-78	13-35	4-10
Vidrio opal plaqué: grupo 1	buena	1,9-2,9	31-45	47-66	3,10
grupo 2	buena	2,8-3,3	54-67	27-35	8-11
Vidrio opal de color					
rojo		2-3	64-69	2-4	29-34
naranja		2-3	63-68	6-10	22-31
verde		2-3	60-66	3-9	30-31
Opalina	escasa	2,2-2,5	13-28	58-84	2-14
Porcelana	buena	3,0	72-77	2-8	20-21
Mármol, pulido	buena	7,3-10,0	30-71	3-8	24-65
Mármol, impregnado	buena	3-5	27-54	12-40	11-49
Alabastro	buena	11,2-13,4	49-67	17-30	14-21
Cartón, débilmente impregnado	buena		69	8	23
Pergamino, sin teñir	buena		48	42	10
Pergamino, tintado de amarillo claro	buena		37	41	22
Pergamino, tintado de amarillo oscuro	buena		36	14	50
Seda, blanca	bastante buena		28-38	61-71	1
Seda, de color	bastante buena		5-24	13-54	27-80
Algodón	buena		≅ 68	≅ 28	≅ 4
Resopal, tintado	buena	1,1-2,8	32-39	20-36	26-48
Pollopas amarillo	buena	1,2-1,6	46-48	25-33	21-28
Celona blanca (opaca)	buena	1,0	55	17	28
Celona amarilla (opaca)	buena	1,0	36	9	55
Celona azul (opaca)	buena	1,0	12	4	84
Celona verde (opaca)	buena	1,0	12	4	84
Vidrio espejo		6-8	8	88	4
Vidrio armado		6-8	9	74	17
Vidrio laminar		4-6	8	88	4
Vidrio de protec. solar (verde)		2	6	38	56

⑨ Propiedades luminotécnicas de los materiales transparentes y translúcidos

MATERIALES TRANSPARENTES Y TRANSLÚCIDOS

Para dimensionar un espacio y las ventanas, es importante conocer el color de las superficies y su grado de transparencia, así como la refracción y reflexión de los materiales.
Se distingue entre **materiales refractantes** → ⑨, los que reflejan la luz de forma difusa o en determinada dirección y **materiales transparentes,** que pueden ser de transparencia dirigida → ⑥, difusa → ⑦ y mixta → ⑧. Observación: el **vidrio mate** esmerilado por su cara interior (preferible también por ensuciarse menos) deja pasar más luz que el vidrio esmerilado por su cara exterior → tabla ⑨.
Las pantallas de seda de color o con revestimiento de color blanco, junto a una menor pérdida de transparencia, absorben un 20 % menos de luz que aquellas sin revestimiento.

Los vidrios de luz diurna que deben equiparar el color de la luz eléctrica a la luz solar, absorben un 35 %; los que deben aproximarla a la luz difusa del cielo, absorben entre un 60 y un 80 %

Los vidrios de ventanas dejan pasar, según su grado de transparencia, entre un 65 % y 95 % de la luz. Según el Dr. Kleffner → 📖, una mala transparencia del vidrio, sobre todo en ventanas con doble y triple acristalamiento, puede significar un aumento tal de las dimensiones de la ventana, que no compense la mejora del aislamiento térmico conseguido con el acristalamiento múltiple.

Vidrio plano

Información: Centro de Información Técnica del Vidrio
P.° Castellana, 77, 8.° - 28046 Madrid

El vidrio estirado mediante un proceso mecánico, sale listo para ser utilizado sin necesidad de manipulaciones posteriores. Superficies transparentes, incoloras, de espesor homogéneo, pulidas con igual grado de nivelación. Transparencia: 91 % a 93 %.

Calidad: 1.° el mejor de los vidrios comercializados; se emplea en viviendas y oficinas; debe cumplir la norma DIN 1249
2.° vidrio de construcción para fábricas, almacenes, sótanos y tragaluces.

En las cristaleras suspendidas se emplea vidrio de igual calidad. Aplicación: acristalamiento de ventanas, escaparates, puertas, mamparas, mobiliario, vidrio de seguridad, vidrios dobles. Formas de acabado: esmerilado, grabado al ácido, grabado al fuego, pintado, curvado. Vidrios especiales para determinados fines, en todos los espesores, vidrio anti-motín, sobres de mesa, lunas de automóviles → p. 137 – 142.

Propiedades físicas del vidrio

Peso: 1 m^2 de 1 mm de espesor = 2,5 kg/mm m^2
Resistencia a la compresión: 8800 hasta 9300 kg/cm^2, valor de cálculo 8000 kg/cm^2
Resistencia a la tracción: 300 a 900 kg/cm^2
Valor de cálculo: 300 kg/cm^2
Resistencia a la flexión: 900 kg/cm^2
Dureza según la escala de MOHS: entre 6 (feldespato) y 7 (cuarzo)
Coeficiente térmico de dilatación lineal: 9×10^{-6} cm/mk
Módulo de elasticidad: E = $7,5 \times 10^5$ kg/cm^2
Conductividad térmica: δ = 1,16 w/mK (DIN 4701)

Denominación	Espesor mm	Tolerancia mm	Tamaño máximo de fabricación mm
Luna delgada	0.6 – 1,2 1,2 – 1,8 1,75 – 2,0		600 × 1260 800 × 1600 600 × 1880
Luna sencilla EM = espesor medio ED = espesor doble	 2,8 3,8	+ 0,2 – 0,1 ± 0,2	 1200 × 1880 1400 × 2160
Luna gruesa	4,5	+ 0,3 – 0,2	2760 × 5000 o
	5,5	± 0,3	
	6,5	± 0,3	3000 × 5000
	8	± 0,5	2600 × 5040
	10	± 0,7	2600 × 3960
	12	± 0,8	2600 × 3600
	15	± 1,0	2600 × 3000
	19	± 1,0	2600 × 3000
	21	± 1,0	2600 × 3000

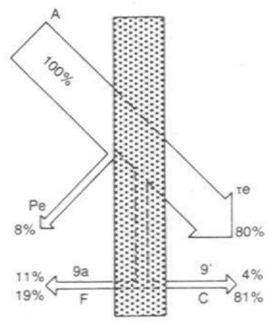
(1) **Vidrio plano: denominación y dimensiones, según DIN 1249**

Denominación	Espesor mm	Tolerancia ± mm	Tamaño máximo de fabricación mm
Luna incolora transparente	4	0,2	3180 × 6000
	5	0,2	3180 × 6000
	6	0,2	3180 × 6000
	8	0,3	3180 × 7500
	10	0,3	3180 × 9000
	12	0,3	3180 × 9000
	15	0,3	3180 × 6000
	19	1,0	2820 × 4500
	21	1,0	2760 × 4500

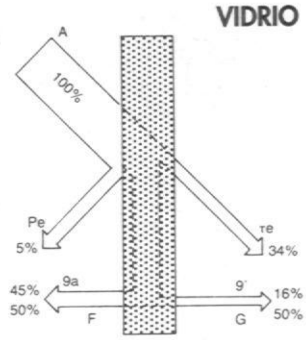
(2) **Vidrio incoloro transparente, DIN 1259**
Obtenido por el procedimiento de flotado y pulido térmico. Transmisión lumínica 90 %.

Denominación	Espesor mm	Tolerancia ± mm	Tamaño máximo de fabricación mm
Luna coloreada	4	0,2	
Bronce + gris	5	0,2	
	6	0,2	3150 × 6000
	8	0,3	
	10	0,3	
	12	0,3	
Verde	4	0,2	
	6	0,2	
	8	0,3	3150 × 6000
	10	0,3	
	12	0,3	
Vidrio reflectante plateado 134	8	1,0	1800 × 4410
178	6, 8, 10, 12	1,0	1710 × 4440
200	6, 8, 10, 12	0,5	2520 × 4500
274	6, 8, 10	1,0	2400 × 4440

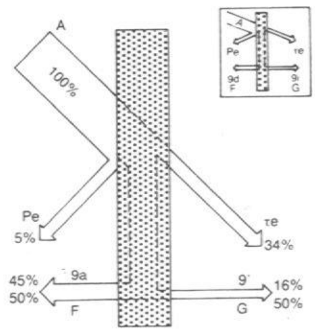
(3) **Vidrio coloreado** (vidrio de protección solar), en bronce, gris y verde mediante la adición de óxidos. Superficie plana, no deforma las imágenes a su través. Transparencia y reflexión. La energía solar en parte se absorbe y en parte se refleja.



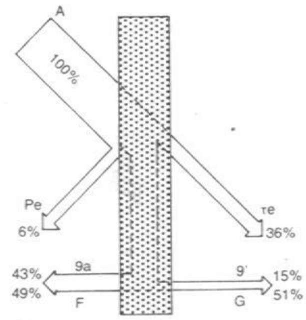
(4) Vidrio normal, transparente, 8 mm



(5) Vidrio coloreado, bronce, 8 mm



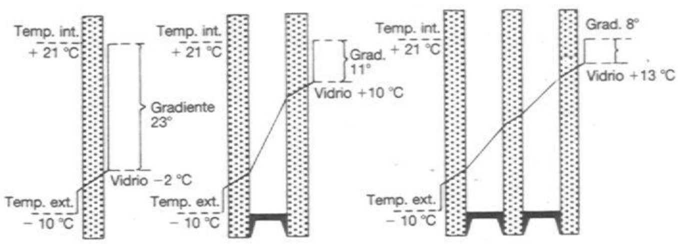
(6) Gris, 8 mm



(7) Verde, 8 mm

(4) – (7) Comparación entre un vidrio normal transparente y un vidrio coloreado

A = energía solar (orientada y difusa = 100 %); τ_e = transmisión directa; p_e = reflexión total; q_a = convección + radiación secundaria hacia el exterior; q_i = convección + radiación secundaria hacia el interior; F = reflexión y convección hacia el exterior; G = transmisión y convección hacia el interior



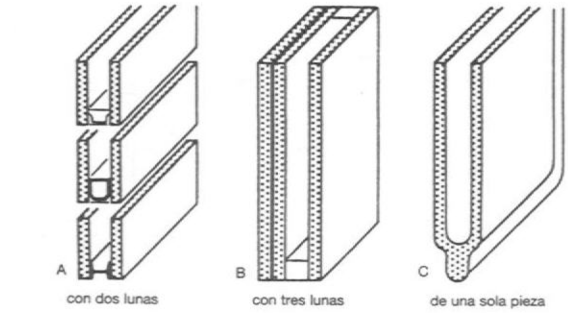
(8) Radiación térmica en vidrio sencillo, doble y triple

Tipo de vidrio	LZR mm	Medidas máximas Anchura cm	Altura cm	Superficie m^2	Espesor mm
2 × luna sencilla EM	12	75	150	1,13	18,5
2 × luna sencilla ED	12	141	240	3,36	20,5
2 × luna gruesa 4,5 mm	12	170	270	3,40	21,5
2 × luna gruesa 5,5 mm	12	500	270	8,00	23,5
2 × luna gruesa 6,5 mm	12	500	270	8,00	25,5
2 × luna gruesa 8-10-12 mm	12	500	260	8,00	28,5-36,5
2 × luna reflectante 5 mm	12	300	270	6,00	22,5
2 × luna reflectante 6 mm	12	500	300	6,00	24,5
2 × luna reflectante 8 mm	12	500	300	9,00	28,5
2 × luna reflectante 10 + 12 mm	12	500	300	10,00	32,5-36,5
Tolerancia en el espesor ± 1,0-1,5; relación entre los lados 1:10					

(9) Vidrio aislante

Vidrio aislante

Compuesto por dos o más lunas unidas por el perímetro y separadas por perfiles soldados o pegados. El aire seco encerrado en la cámara interior aumenta el grado de aislamiento térmico y acústico. El vidrio aislante se ha de encargar a medida, ya que una vez fabricado no pueden variar sus dimensiones → p. 138 (1).

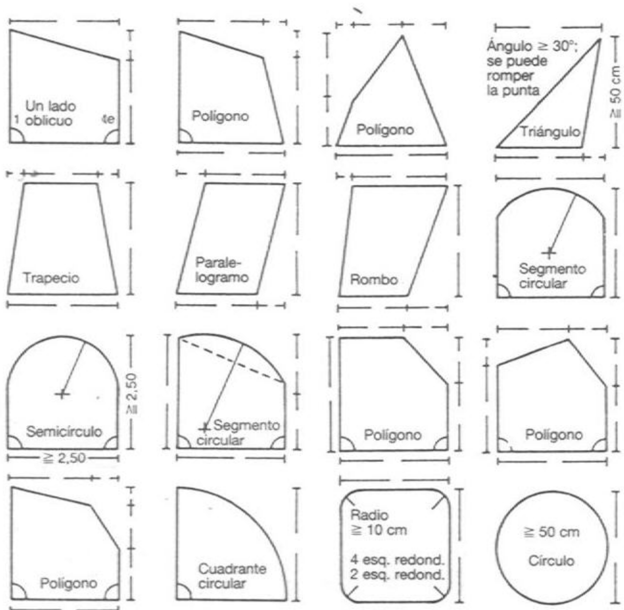


(1) Vidrio aislante

Las dimensiones estándar de los vidrios aislantes de una sola pieza, se han normalizado teniendo en cuenta las medidas nominales para ventanas DIN 18050, puertas con o sin mocheta DIN 18100 y carpinterías de madera DIN 68121.

Dimensiones:	Vidrio aislante de una sola pieza	2 × EM	2 × ED
Suministro exclusivo de lunas con ángulos rectos y dimensiones fijas.	Lado corto	37–75 cm	75,1–130 cm
	Lado largo	60–200 cm	75,1–200 cm
	Máxima tolerancia	± 2,0 mm	
	Sep. entre lunas ≈	9 mm	7 mm
	Grosor total	14 mm	
	Peso ≈	14 kg/m²	19 kg/m²

(5) Vidrio aislante de una sola pieza → (1) C



(2) Formas de suministro de vidrios aislantes

Espesor de cada luna mm	Contraluna mm	Cámara de aire mm	Dimens. máximas cm	Superf. máx. m²	Espesor total mm
5	5	12	100 × 160	1,60	22,5
6	6	12	150 × 260	3,90	24,5
6	6	12	150 × 246	3,69	24,5
8	8	12	170 × 280	4,76	28,5
10	10	12	200 × 450	9,00	32,5
10	10	12	240 × 343	8,23	32,5
12	12	12	190 × 450	8,55	36,5
12	12	12	240 × 343	8,23	36,5
15	15	12	160 × 240	3,84	42,5

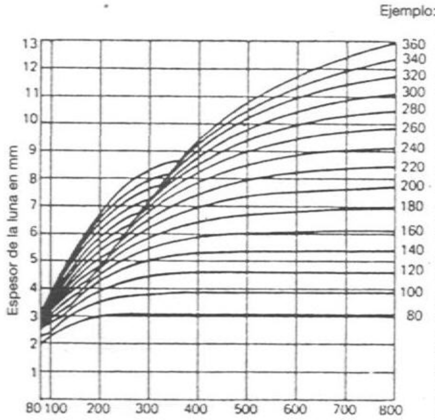
(6) Vidrio de seguridad y aislante (Securit)

Tipo de vidrio	Contraluna Vidrio grueso mm	Cámara de aire mm	Dimens. máx. anch. × altura cm cm	Espesor total mm
De dos lunas				
6 mm (2 × EM)	4,5	12	140 × 244	23
7 mm (EM + ED)	5	12	140 × 244	24
8 mm (2 × ED)	5	12	160 × 300	26
10 mm (2 × 4,5 mm)	5	12	180 × 350	28
12 mm (2 × 5,5 mm)	5	12	180 × 350	30
De tres lunas				
11 mm	5	12	140 × 240	29
14 mm	5	12	160 × 300	32

(7) Vidrio aislante armado/vidrio laminar de seguridad

Altura del acristalamiento desde el suelo m	Edificio normal (coeficiente c = 1,2)		Edificio tipo torre (coeficiente c = 1,6)	
	Carga eólica W = q × c kN/m²	Factor	Carga eólica W = q × c kN/m²	Factor
0–8	60	1,00	80	1,16
8–20	96	1,27	1,28	1,46
20–100	132	1,48	1,76	1,72
über 100	156	1,61	2,08	1,87
Si el lado menor en planta, es inferior a 1/5 de la altura, se ha de considerar como edificio-torre.				

(3) Carga eólica

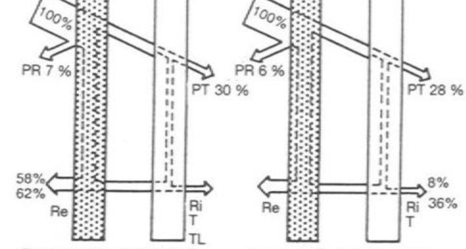


Ejemplo: Se ha de calcular el espesor mínimo de la luna exterior de un vidrio aislante. Tipo de vidrio: vidrio reflectante, dimensiones: 160 × 180 cm; la menor dimensión en planta del edificio es mayor a 1/5 de su altura. Altura del acristalamiento por encima del terreno: 12 m; carga eólica: 0,96 kN/m² (96 kp/m²)*. La anchura y el espesor de la luna se averigua a partir del espesor básico del vidrio. Ejemplo: 4,2 mm. Este valor se multiplica por el factor obtenido en la tabla anterior (altura del acristalamiento: 8-20 m). Factor = 1,27. Por lo tanto: 1,27 × 4,2 = 5,3 mm; la luna exterior deberá tener en este caso un espesor mínimo de 5,3 mm. Valor de suministro: 6 mm.

(4) Diagrama para calcular el espesor de las lunas de vidrio aislante, DIN 1055

Vidrios coloreados de protección solar

Fabricados en color gris, bronce o verde, con o sin tratamiento de templado → p. 137. Al estar sometidos a posibles cargas térmicas, se emplean lunas pretensadas y se recomienda la utilización de marcos de color oscuro. Los vidrios coloreados reflectantes deben sus propiedades al tratamiento superficial y, por consiguiente, su eficacia aumenta si detrás de ellos hay una cámara de aire ventilada. La transmisión de la luz varía del 32 al 65 % según el color. Las propiedades funcionales se pueden optimizar según el tipo de coloreado. La dimensión máxima es 350 × 250 cm.



PT = Porcentaje de radiación transmitida
Ri = Porcentaje de radiación absorbida y reenviada al interior
T = Radiación total transmitida
PR = Porcentaje de radiación reflejada
Re = Porcentaje de radiación absorbida y reenviada al exterior
TL = Transmisión lumínica medida según DIN D 65

(8) Transmisión lumínica del vidrio de protección solar

Tipo de vidrio	Contraluna Vidrio reflectante mm	Cámara de aire mm	Dimensiones máx. Anchura cm	Altura cm	Superficie m²	Espesor total mm
Bronce y gris (no pretensado)						
6 mm	6 mm	12	216	378	4,65	24,5
8	8	12	216	378	4,65	28,5
10	10	12	216	378	4,65	32,5
12	12	12	216	378	4,65	36,5
Bronce, gris + verde (pretensado)						
6	6	12	150	260	3,92	24,5
8	8	12	170	280	4,82	28,5
10	10	12	220	343	7,66	32,5
12	12	12	220	343	7,66	36,5
Cámara de aire intermedia, también 6; 7; 9 y 10,5 mm						

(1) Vidrio de protección solar

Vidrio laminar de seguridad, con lunas de protección solar. Fabricado en bronce, gris y verde y en espesores de 6, 8, 10 y 12 mm. Dimensiones: ≦ 40 × 60, ≧ 6 mm = 1,50 × 2,46; 8 mm = 17,0 × 2,80; 10 mm = 1,90 × 4,50 + 2,40 × 3,43; 12 mm = 2,40 × 3,43 + 1,90 × 4,50.

Vidrio laminar de seguridad, con lunas reflectantes. Es translúcido y difusor de la luz. Se fabrica con espesores de 6, 8, 10 y 12 mm. Dimensiones: ≦ 40 × 60, ≧ 2,52 × 4,50 cm.

Cámara de aire en mm	Cám. aire A = aire G = gas	Esp. total en mm ± 2 mm	Coeficiente k W/m²°K	R_W(dB)	Clase aislam. acúst.	Dimensiones máx. en mm ± 2 mm
12	G	22	3,0	37	3	2400×1410
16	G	26	2,9	40	4	2400×1410
16	G	28	2,9	41	4	2400×1410
20	G	32	2,7	42	4	2400×1410
24	G	38	2,7	44	4	2400×1410
16	G	32	2,7	44	4	2400×1410
24	G	40	2,7	45	5	2400×1410
12	G	25	2,7	42	4	2400×1410
12	G	26	2,7	43	4	3000×2000
16	G	30	2,7	46	5	3000×2000
20	G	34	2,7	46	5	3000×2000
20	G	37	2,7	48	5	3000×2000
24	G	41	2,6	50	6	3000×2000
20	G	42	2,3	52	6	3000×2000

(2) Vidrio de aislamiento acústico

Mediante vidrio de aislamiento acústico, el fuerte ruido de una calle (70-80 dB) se reduce a 40 dB —conversación en voz baja—. En este caso también juega un papel importante el marco, su estanquidad, las juntas y la corrección de las uniones. Coeficientes reductores → p. 166.

Vidrio difusor de la luz. Vidrio compuesto de vidrio reflectante, armado, colado, de espesor medio o doble. Entre las lunas se coloca una capa de fibra de vidrio. Bordes estancos. Propiedades: protección frente a la radiación térmica, luz difusa con iluminación uniforme del espacio, aislante acústico. Dimensiones máximas: 141 × 240 cm y 32 dB-33 dB.

Vidrio laminar de seguridad. Es una combinación de vidrio y material sintético que proporciona seguridad frente a robos y tiene, además, propiedades de aislamiento acústico y térmico. Diferenciación según la escala de seguridad.

Dimensiones máximas	
Tipo-inastillable	2400 × 3660 mm
Tipo-astillable	3750 × 2640 mm
Vidrio-aislante	3750 × 2560 mm

Ejemplos de aplicación Lugar de aplic.	Viviendas privadas	Resistencia al impacto	Acristalamiento	Espes. mm	Peso (kg/m²)
2.° piso	Edificios plurifamiliares en urbanizaciones	A 1	Sencillo Con cám.	9 23	21 31
1.er piso	Edificios aislados	A 2	Sencillo Con cám.	9,5 23,5	22 32
Planta baja	Viviendas unifamiliares vacaciones o fin de sem.	A 3	Sencillo Con cám.	10 24	23 33

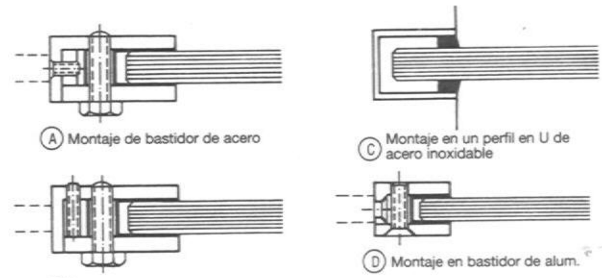
(3) Vidrio de seguridad DIN 52290

Ejemplos de aplicación	Tipo de resistencia	Tipo de acristal.	Espesor mm	Peso (kg/m²)
Viviendas unifamiliares con objetos de valor en su interior Grandes almacenes Tiendas de fotografía Tiendas de alta fidelidad Farmacias Instalaciones EDV	B1 Resistencia baja	Sencillo	18	43
		Con cámara	32	53
Tiendas de antigüedades Museos Galerías de arte Hospitales psiquiátricos	B2 Resistencia media	Sencillo	28	65
		Con cámara	42	75
Peleterías Joyerías Centrales eléctricas Prisiones	B3 Resistencia elevada	Sencillo	32	76
		Con cámara	46	86

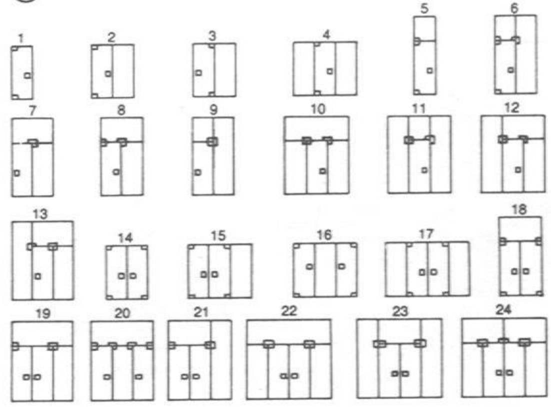
(4) Vidrio antimotín DIN 52290

Vidrio de seguridad, de una hoja. Vidrio pretensado por medio de un tratamiento térmico especial. Elástico, resistente a los golpes e inastillable. Formado por una luna reflectante pulida y bruñida por ambas caras o una luna gruesa. Se emplea en vehículos, puertas, vitrinas y acristalamiento de pabellones polideportivos.

Puertas completamente acristaladas. Dimensiones máximas de las hojas: 90 × 2,10 hasta 1,50 × 2,90 cm en intervalos de 10 cm. Espesor de las lunas 10, 12 y 15 mm. Índice de aislamiento acústico: 27, 29, 31, 32 y 33 dB de promedio.
Dimensiones máximas para lucernarios 2400 × 3600 mm; espesor del vidrio 10 + 12 mm.



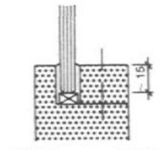
(5) Detalles constructivos



(6) Puertas acristaladas

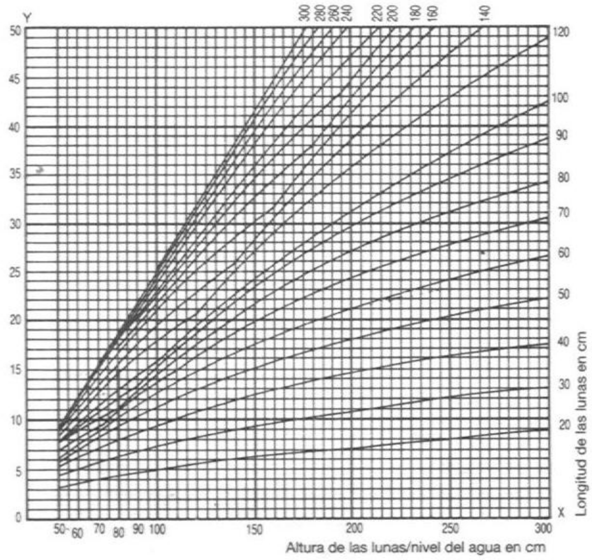
La norma DIN 18032 prescribe que el acristalamiento de grandes superficies en los pabellones polideportivos, se realice con vidrio de seguridad.

Altura de colocación desde el suelo	Espes. aprox. 8 mm		Espes. aprox. 10 mm	
Hasta 300 cm	120×200 100×240	130×130	160×200 120×260	180×180
Más de 300 cm	120×260 100×280	130×130	160×260 120×300	180×180



(1) Dimensiones máximas recomendadas para acristalar pabellones polideportivos

Galce



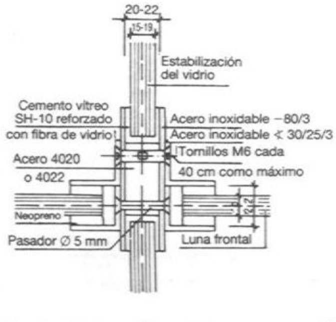
(2) Espesor del vidrio para un acuario con lunas reflectantes

Ejemplo: determinar el espesor de las lunas para un acuario de 125 cm de longitud y altura = nivel del agua = 80 cm; colocando en el eje de abcisas el valor de 80 cm, la curva de 120 cm de anchura, corta el eje de ordenadas en el punto correspondiente a 15,4 mm de espesor.

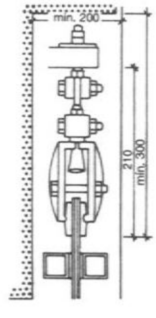
Espesor mm	Luna sencilla cm	Espesor mm	Luna gruesa cm	Espesor mm	Luna reflect. cm
2	80 × 160	4,5	122 × 188	5	120 × 230
3	122 × 216	5,5	122 × 188	6	120 × 230
4	122 × 216	6,5	122 × 188	8	120 × 230

(3) **Vidrio antirreflectante,** clara visibilidad sin contrastes molestos ni reflejos. Apropiado para vitrinas, cuadros, etc.

Acristalamiento suspendido: se recomienda para vidrios con una altura superior a 4,5 m. Ofrece nuevas posibilidades de diseño ya que, teóricamente la altura del vidrio es ilimitada y al estar suspendido, puede adaptarse mejor a los movimientos del edificio. También puede colgarse entre perfiles de acero → (4) – (5).



(4) Carpintería metálica, vidrio suspendido



(5) Elemento de suspensión

Dimensiones máximas	Espesor		
120 × 120 cm	5,5 mm	120 × 216 cm	5 mm
150 × 260 cm	6,5 mm	140 × 244 cm	6 mm
170 × 280 cm	8,0 mm	160 × 300 cm	8 mm

(6) **Vidrios de protección térmica,** en los puestos de control de aeropuertos, grúas, etc. Las condiciones de trabajo mejoran considerablemente con vidrios de protección solar reflectantes y coloreados. Reflexión térmica 85 – 90 %.

Vidrio resistente al fuego

El aumento de la densidad de edificación y la facilidad de propagación de los grandes incendios, ha llevado a los legisladores a redactar normas para evitar tanto la aparición como la propagación de incendios.

Los vidrios se clasifican en función de su resistencia al fuego en: vidrios estables al fuego (EF), vidrios parallamas (PF) y vidrios cortafuegos (CF); dentro de cada grupo se diferencian entre sí según el tiempo de actuación: 30, 60, 90, 120 o 180 minutos. La máxima resistencia que puede alcanzar el vidrio armado es PF-60. Dimensiones máximas permitidas: 80 × 200 cm; espesor 6 – 7 mm.

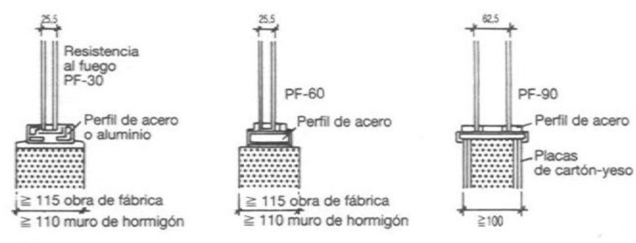
Moldeados de vidrio con protección de acero

Resistencia al fuego: PF-60; en paredes dobles: PF-120.

Con un pretensado de vidrio-cal-álcali (vidrio flotante) se alcanza, para vidrio aislante, una resistencia de PF-60. Con vidrio pretensado de borosilicatos la resistencia es de PF-120 cuando es sencillo y de PF-90 en caso de ser aislante.

Debe emplearse en edificios altos, para evitar la propagación de llamas de un piso a otro, y en los acristalamientos que dan a un patio interior.

Ejemplos de aplicación de vidrios parallamas PF-30, 60 y 90 → (7). Los vidrios parallamas se han de colocar allí donde no existen grandes necesidades de luz. Por ejemplo, en los recorridos de emergencia, cuando el canto inferior del acristalamiento está a más de 180 cm del suelo; en las fachadas de rascacielos, para evitar el paso de las llamas de un piso al otro. Cuando las exigencias de luz son mayores debe instalarse un acristalamiento de resistencia EF.



(7) Acristalamiento PF → (8)

Las ventanas de hormigón armado EF-90 son elementos estables al fuego según la norma DIN 4102. Autorizados para la construcción de paredes de vidrio estables al fuego; en ventanas aisladas o paredes acristaladas hasta una altura de 300 cm y con una anchura teóricamente ilimitada.

Tipo de vidrio		Resistencia al fuego EF-30	EF-60	EF-90	PF-30	PF-60	PF-90	Tipo de ventana
Pyrostop	EF-30 EF-60 EF-90	●	●	●				PEF-30 PEF-60 PEF-90
Contraflam	EF-30 EF-60 EF-90	●	●	●				CEF-30 CEF-60 CEF-90
Vidr. reflectante y armado Vidr. doble reflectante y armado					● ●	● ●	● ●	RAPF-90 RAPF-90D
Vidr. listral armado Vidr. listral arm., doblado con vidr. catedral					● ●	● ●	● ●	LAPF-60 LAPF-90
Pyran					● ●	● ●	 ●	SPPF-60 SPPF-90

(8) Ventanas de hormigón con vidrio de protección contra incendios → (7)

Perfil de vidrio colado con sección en forma de U, de gran rigidez permite la construcción de grandes paramentos sin necesidad de interponer perfiles metálicos. Colocado con cámara, aísla acústica y térmicamente.
Apenas requiere mantenimiento. También puede emplearse para construir claraboyas y cajas de ascensor.
Cumple con la norma DIN 18032 «Gimnasios y pabellones polideportivos» en cuanto a su resistencia ante el impacto de pelotas.
Se pueden realizar piezas de mayor longitud con un armado longitudinal de alambre para aumentar la resistencia al viento.
Altura de colocación: hasta 6,80 m; la superficie puede estar decorada porque no aparecen reflejos.

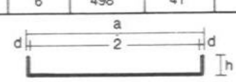
Dimensiones de los perfiles de vidrio	Altura sobre el nivel del suelo en m	Edificios cerrados: Cara plana exterior	Edificios cerrados: Cara plana interior	Edificios cerrados: Con cámara de aire	Edificios abiertos: Cara plana exterior o interior	Edificios abiertos: Con cámara de aire
41	0–8	3,50	4,25	5,00	3,00	4,25
	8–20	3,00	3,50	4,00	2,50	3,25
	20–100	2,50	3,00	3,50	2,00	2,75
232 / 60	0–8	5,00	5,75	7,00	4,50	6,00
	8–20	4,25	4,75	5,50	3,75	4,75
	20–100	3,50	4,00	4,75	3,25	4,00
41	0–8	3,25	4,00	4,50	2,75	3,75
	8–20	2,75	3,25	3,75	2,25	3,00
	20–100	2,25	2,75	3,25	1,75	2,50
262 / 60	0–8	4,75	5,50	6,50	4,25	5,50
	8–20	4,00	4,50	5,25	3,50	4,50
	20–100	3,25	3,75	4,50	3,00	3,75
41	0–8	3,00	3,75	4,00	2,50	3,25
	8–20	2,50	3,00	3,25	2,00	2,50
	20–100	2,00	2,50	2,75	1,50	2,00
331 / 60	0–8	4,50	5,25	6,00	3,75	5,00
	8–20	3,75	4,25	4,75	3,00	4,00
	20–100	3,00	3,50	4,00	2,50	3,25
498 / 41	0–8	2,50	3,00	3,25	2,25	3,00
	8–20	2,00	2,50	2,50	1,75	2,25
	20–100	1,75	2,00	2,25	1,50	1,75

(1) Medidas máximas de montaje de los perfiles de vidrio

según DIN 1249	Tipo	Transmis. de la luz en % (valor medio)		Aislam. acústico Valor de R_wdB de 100 a 3200 Hz		Coeficiente de conductividad térmica k(W/m²°K)	
		Sencillo	Doble	Sencillo	Doble	Sencillo	Doble
A	NP 2			27 dB	40 dB	5,6	2,8
C	NP 26			27 dB	40 dB	5,6	2,8
E	NP 3			27 dB	40 dB	5,6	2,8
G	NP 5			27 dB	40 dB	5,6	2,8
B	SP 2			27 dB	41 dB	5,52	2,7
D	SP 26			27 dB	41 dB	5,52	2,7
–	EP 26			27 dB	40 dB	5,6	2,8

(2) Propiedades físicas

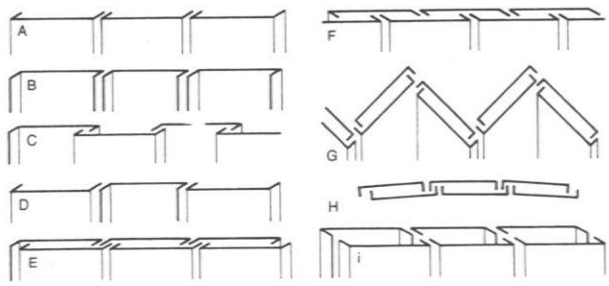
Dimensiones en mm: i	d	a	h	Peso Kp/m² Ventanas, incluido el material de estanquidad: De una capa	De dos capas	Tipo vidrio
220	6	232	41	20	40	Normal
218	7	232	60	26	52	Normal
250	6	262	41	20	40	Normal Arm. retic. Arm. long.
248	7	262	60	26	52	Normal Arm. retic. Arm. long.
319	6	331	41	18,5	37	Normal
317	7	331	60	24,5	49	Normal
486	6	498	41	17,5	35	Normal
486	6	498	41	17,5	35	Normal



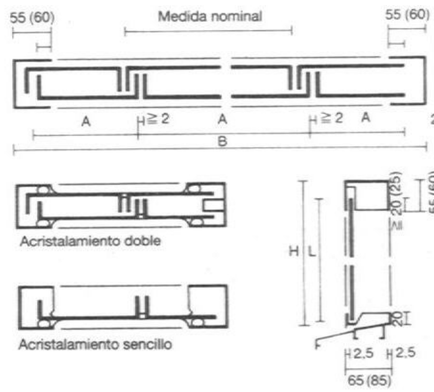
Tolerancia de las medidas: a ± 2 mm; d ± 0,1 mm; h ± 1 mm

(3) Formas de suministro de los perfiles de vidrio → p. 70

A En peine, con la cara plana hacia el interior
B En peine, con la cara plana hacia el exterior
C En greca, con superposición
D En greca, sin superposición
E-I Distintas posibilidades con cámara de aire



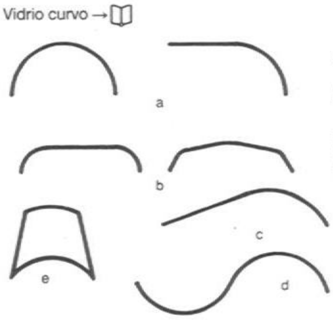
(4) Posibilidades de puesta en obra



A = Med. nom. + junta
B = Medida exterior del bastidor (anchura)
H = Medida exterior del bastidor (altura)
L = Long. acristal. = múltiplo de 25 cm
n = Número de perfiles
Cálculo de la anchura y altura;
anchura B = n · A + 5 cm;
altura H = L + 4 cm

(5) Medidas de puesta en obra

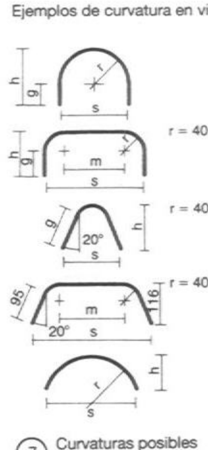
Vidrio curvo → 📖



a) Formas curvas con, o sin, extremos rectos.
b) Formas con doble curvatura de igual o distinto radio.
c) Formas cónicas.
d) Curvatura en forma de S.
e) Curvaturas en forma de U o similares con, o sin tramos rectos.

(6) Formas curvas

Ejemplos de curvatura en vidrio ornamental



s	r	g	h	Desarrollo
80–300	40–150	0–100	40–190	126–501

s	m	g	h	Desarrollo
100–340	20–260	0–100	40–140	146–506

s	g	h		Desarrollo
80–200	7–183	33–200		112–464

s	m			Desarrollo
160–340	20–200			308–488

s	h	R		Desarrollo
140–300	60–100	71–163		202–382

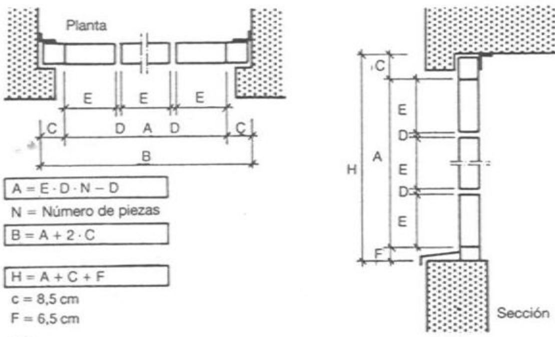
(7) Curvaturas posibles (medidas en mm)

Alumbrado
Iluminación
Vidrio

Vidrio moldeado (pavés) DIN 18175, DIN 4242 → 📖

Para paramentos interiores y exteriores. Según el grabado se pueden obtener efectos decorativos, de difusión y reflexión de la luz. Las piezas de pavés de formato 190/190/80 mm se pueden colocar en paramentos y huecos cuya resistencia al fuego sea de PF-60 o PF-120. Las piezas de vidrio moldeado se fabrican con distintos formatos; pueden ser sin recubrimiento, con un recubrimiento interior de color, o con un recubrimiento exterior de color bronce como protección solar. Proporcionan un buen aislamiento acústico y térmico, dejan pasar el 75 % de la luz incidente, son resistentes al impacto y también permiten realizar paramentos curvos.

Radio mínimo: 65 cm, medida interior del pavés 11,5 cm
Radio mínimo: 180 cm, medida interior del pavés 19 cm
Radio mínimo: 370 cm, medida interior del pavés 24 cm



(1) Medidas de puesta en obra

Longitud ± 2 mm	Anchura ± 2 mm	Espesor ± 2 mm	Número de piezas por m²	Piezas coloreadas
115 mm	115 mm	80 mm	64 m²	
190	190	50	25	Rojo
190	190	80	25	
240	115	80	32	Azul Amarillo
240	157	80	27	
240	240	80	16	Verde
300	300	100	10	

(2) Dimensiones de puesta en obra (número de piezas por m² incluidas las juntas)

Formato de las piezas de pavés en mm	Índice de aislamiento acústico IAA	Coeficiente de aislamiento acústico R_w
190 × 190 × 80	– 12 dB	40 dB
240 × 240 × 80	– 19 dB	42 dB
240 × 115 × 80	– 7 dB	45 dB
300 × 300 × 100	– 11 dB	42 dB
Paramento con piezas dobles 240 × 240 × 80	– 2 dB	50 dB
Comprobado según DIN 52210		

(3) Superficies de vidrio moldeado

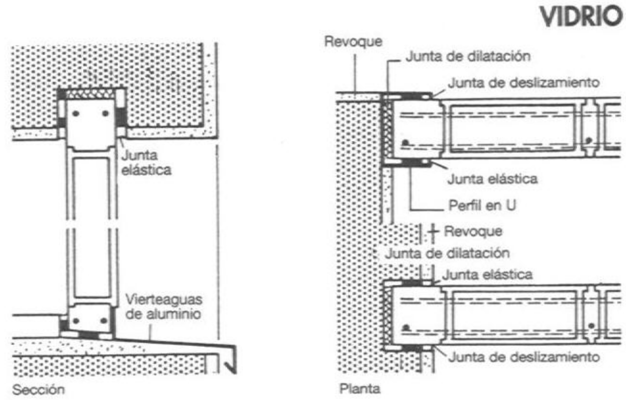
Clase de aislam. acúst.	R_w	
6	≧ 50 dB	Para paredes o ventanas con pavés doble
5	45 – 49 dB	Para grandes superf. de pavés
4	40 – 44 dB	Apropiado para grandes superf. de pavés
3	35 – 39 dB	
2	30 – 34 dB	
1	25 – 29 dB	
0	≧ 39 dB	

(4) Clase de aislamiento acústico según la directriz VDI 2719

El valor R'_w de aislamiento acústico se calcula según lo establecido en la norma DIN 52210, 4.° parte: R_w = IAA + 52 dB (IAA = Índice de aislamiento acústico).
El pavés es la solución ideal para todas aquellas construcciones que necesitan un elevado aislamiento acústico. Las piezas sencillas de vidrio moldeado cubren las exigencias del grupo 5.° de aislamiento acústico; las piezas dobles, con una separación mínima de 50 mm, satisfacen las exigencias del grupo 6.°. Se ha de vigilar con especial atención que los elementos constructivos colindantes posean el mismo grado de aislamiento acústico.

	Espesor mm	Superficie máx. m²	Dimensión máx. mm
Pavés macizo	30	6	6000
Pavés hueco	50 80 100	10 18 24	6000

(5) Dimensiones máximas de los paramentos de pavés



(6) Detalles constructivos

Vidrio obtenido por colada continua → 📖. Se fabrica con o sin armadura interior. Cuando lleva una malla metálica en su interior y es inastillable puede emplearse en paramentos resistentes al fuego. Iluminación directa o difusa. Elevada transparencia (82 % – 92 %), aunque también pueden ser opacos. Un acristalamiento con vidrio de colada continua ornamental (grabado por una o ambas caras) puede mejorar la iluminación, con un incremento en la luminosidad de hasta un 60 % a 5 m de distancia y hasta un 20 % a 8 m. Vidrio armado = ambas superficies son lisas, vidrio ornamental armado = una cara lisa, la otra grabada; espesores de 6 a 8 mm. Los formatos ≦ 250 × 60 cm son resistentes al fuego y al calor, DIN 4102. En los paramentos parallamas se ha de emplear vidrio de colada continua armado con una malla metálica de 60 × 250 mm y una superficie ≦ 1,5 m².

Vidrio armado	Vidrio armado ornamental	Vidrio laminado	Vidrio ornamen. Vidrio catedral	Vidrio hortícola Vidrio claro
Débil	Fuerte	Nervado Fuerte	De débil a fuerte, en función de la superficie	Suficientemente fuerte

(7) Difusión de la luz en el vidrio obtenido por colada continua

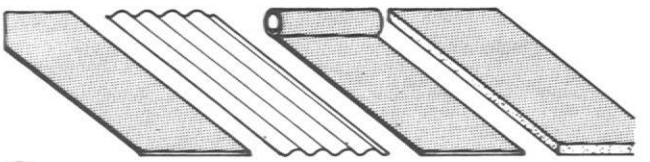
Denominación	Espesor mm	Dimensiones máximas cm
Armado, blanco	7	252 × 450
Armado, blanco	9	186 × 450
Armado, amarillo	7	186 × 450
Armado ornamental, blanco	7	252 × 450
Armado ornamental, amarillo + blanco	7	186 × 450
Armado ornamental	9	150 × 360
Listral laminado, blanco	5, 7, 9	186 × 450
Listral laminado, amarillo	6	186 × 450
Listral nervado, blanco	6	168 × 450
Listral liso, blanco	4	150 × 210
Ondulado	6	168 × 450
Fundido tradicional, amarillo + gris	4	126 × 210
Fundido trad., semi-oscuro y oscuro	4	126 × 210
Catedral, semi-oscuro y oscuro	4	126 × 210
Dispersor de luz	6	126 × 306
Listral, brillante	4	165 × 306
Listral, brillante	6	150 × 360
Listral, satinado	4	126 × 180
Listral satinado	6	126 × 210
Vidrio ornamental	4	150 × 210
Vidrio ornamental	6	150 × 360
Resto de diseños		150 × 210

(8) Dimensiones del vidrio obtenido por colada continua

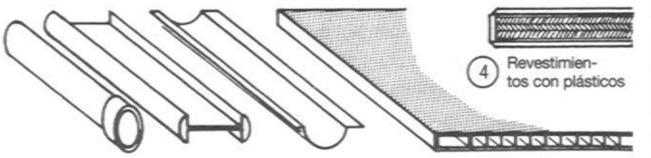
Espesor mm	Dimensiones normalizadas cm		
3	30 × 144	46 × 144	48 × 120
	60 × 200	60 × 174	73 × 160
	73 × 165	73 × 170	73 × 145
3,8	46 × 144	48 × 120	60 × 174
	60 × 200	73 × 143	73 × 160
	73 × 165	73 × 170	
5	60 × 174	60 × 200	73 × 143
	73 × 160	73 × 165	73 × 170

(9) Vidrio claro (medidas normalizadas)

Alumbrado
Iluminación
Vidrio

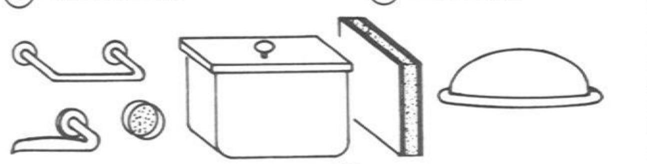


(1) Planchas compactas

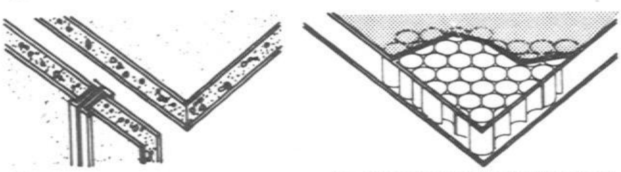


(4) Revestimientos con plásticos

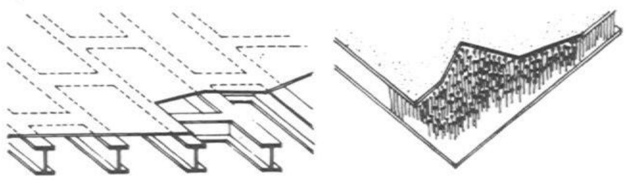
(3) Planchas celulares (2) Formas lineales



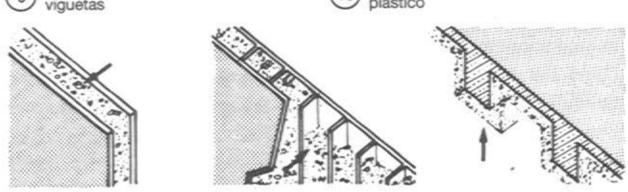
(5) Piezas especiales (6) Elementos prefabricados → p. 139



(7) Paneles sandwich (8) Elemento portante alveolar, con revest. plástico por ambas caras



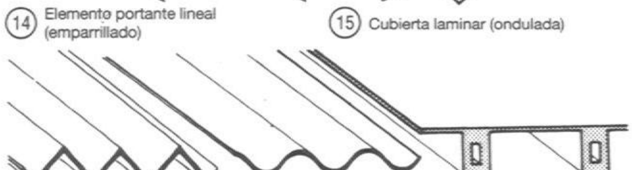
(9) Entarimado de plástico sobre viguetas (10) Elemento portante con planchas de plástico



(11) Relleno de paneles sandwich (12) Mejora de las características de una pared (13) Mejora de las características de un techo



(14) Elemento portante lineal (emparrillado) (15) Cubierta laminar (ondulada)



(16) Dientes de sierra (17) Ondas (18) Nervios



(20) Cubierta laminar de hormigón, Jena (1925) 450 kg/m²

(21) Cúpula tipo sandwich, Hannover (1970), 33 kg/m²; apoyo en tres puntos (Prof. Dr. O. Jungbluth)



(19) San Pedro, Roma (1585) 2600 kg/m²

(22) Nave neumática, Forossa, Finlandia (1972) 1,65 kg/m²

Información: Instituto para la construcción con plásticos (IBK) Osannstrasse, 37/6100 Darmstadt. → 📖

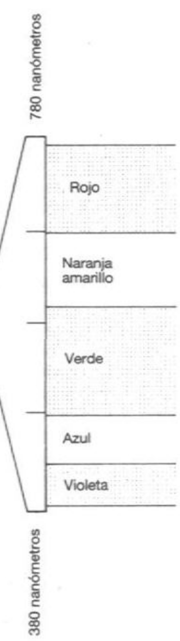
Los plásticos se presentan como **materias primas** en estado líquido o sólido (en polvo o granulado) y se clasifican en: 1. Duroplásticos (endurecidos por calor); 2. Termoplásticos (conformables por calor); 3. Elastométricos (de elasticidad permanente). Se utilizan en la manipulación industrial con aditivos químicos, materiales de relleno, fibras de vidrio y colorantes para la elaboración de productos semiprefabricados, materiales de construcción y elementos prefabricados.
Propiedades especiales para aplicaciones en la construcción: resistencia al agua y a la corrosión, no necesitan mantenimiento, poco peso, colores especiales o simplemente coloreados, elevada resistencia a la luz, en función del tipo de producto, revestimiento permanente de color sobre otros materiales de construcción, también en forma de láminas sobre acero o madera contrachapada → (4) etc.; alta conformabilidad y deformabilidad, facilidad de manipulación, reducida conductividad térmica. Formas más usuales de suministro: → (1)–(6): planchas celulares de 16 mm de espesor y 1200 mm de ancho. Longitudes más usuales: 1,60 m; 2,00 m; 2,5 m; 3,0 m.
Planchas celulares translúcidas: espesor 40 mm; long. máx. para acristalamiento de cubiertas: 2,5 mm; para acristalamientos verticales: 3,5 m → (3).
Debido al gran número de marcas comerciales existentes, el proyectista debe regirse por las designaciones químicas y abreviaturas internacionales de los diferentes plásticos, cuyas propiedades están fijadas mediante normas y controles de calidad. Los más importantes en la construcción se designan con las siglas:

ABS	=	acril-butadieno-estireno	GF-UP	=	poliéster de fibra vidrio
CR	=	cloropreno	IIR	=	caucho butílico
EP	=	resina de epoxi	MF	=	melam. de formaldeido
EPS	=	poliestireno expandido	PA	=	poliamida
GFK	=	plásticos fibra vidrio	PC	=	policarbonato
PE	=	polietileno	PS	=	poliestireno
PIB	=	poliisobutileno	PVC dur.	=	cloruro de polivinilo duro
PMMA	=	polimetacrilato (vidrio acrílico)	PVC bl.	=	cloruro de polivinilo blando
			UP	=	resina de poliéster no saturada
PP	=	polipropileno			

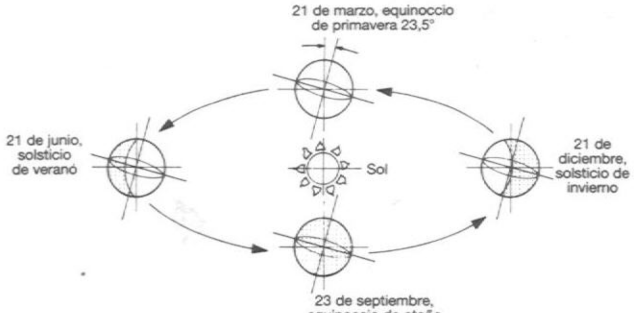
Los plásticos empleados en la elaboración de productos semiprefabricados, materiales de construcción y elementos prefabricados, contienen, por lo general, hasta un 50 % de materiales de relleno, aditivos y armaduras. La manipulación y aplicación de los plásticos depende en gran medida de la temperatura.
Los límites térmicos de empleo se encuentran entre 80° y 120 °C. Sin embargo, en la construcción prácticamente nunca se alcanza un calentamiento duradero más allá de los 80° (la excepción son las tuberías de agua caliente y contra incendios). **Comportamiento ante el fuego:** los plásticos, por ser un material orgánico, son combustibles, en algunos casos pertenecen, según la norma DIN 4102, a la clase M2 (materiales moderadamente inflamables), aunque la mayoría corresponden a la clase M3 (medianamente inflamables); sólo algunos pertenecen a la clase M4 (altamente inflamables). En cada región existen normas especiales y directrices para el empleo de materiales de construcción inflamables.

Clasificación de los materiales plásticos en la construcción (IBK)
1. Materiales de construcción, productos semiprefabricados. 1.1. Planchas y láminas; 1.2. Materiales de espuma rígida, placas celulares; 1.3. Espumas con aditivos minerales (hormigones ligeros); 1.4. Láminas, lonas y tejidos; 1.5. Revestimientos de suelos, revestimientos para suelos de pabellones polideportivos; 1.6. Perfiles (que no sean para ventanas); 1.7. Tubos rígidos, tubos flexibles y accesorios; masillas, adhesivos, impermeabilizantes y aditivos para morteros, etc.
2. Elementos de construcción, aplicaciones. 2.1. Paredes exteriores; 2.2. Paredes interiores; 2.3. Techos; 2.4. Cubiertas y accesorios; 2.5. Ventanas, persianas y accesorios; 2.6. Puertas y accesorios; 2.7. Elementos de apoyo.
3. Materiales auxiliares, elementos pequeños, etc.; 3.1. Encofrados y accesorios; 3.2. Juntas de impermeabilización, perfiles de espuma elástica; 3.3. Elementos de fijación; 3.4. Herrajes; 3.5. Elementos para instalaciones de climatización (a excepción de los conductos); 3.6. Otros elementos pequeños.
4. Instalaciones. 4.1. Unidades sanitarias; 4.2. Aparatos sanitarios; 4.3. Grifería y accesorios; 4.4. Instalación eléctrica y accesorios; 4.5. Calefacción.
5. Decoración, interiorismo. 5.1. Mobiliario y accesorios; 5.2. Lámparas y mecanismos eléctricos. **6. Aplicaciones en la edificación.** 6.1. Cubiertas y elementos estructurales, lucernarios; 6.2. Construcciones neumáticas e hinchables; 6.3. Depósitos de fuel-oil, contenedores; 6.4. Piscinas; 6.5. Torres, chimeneas y escaleras; 6.6. Células especiales; 6.7. Viviendas prefabricadas de plástico.
Como forma estructural es preferible emplear superficies curvas en lugar de planas. Las estructuras de materiales plásticos tienen la ventaja de ser muy ligeras, por lo que apenas transmiten cargas a la estructura inferior, y además ofrecen la posibilidad de la prefabricación → (14) – (15). En la actualidad las estructuras portantes de plástico (sin otros aditivos) sólo están permitidas para aguantar el peso propio, la carga de nieve y viento y una sobrecarga de uso reducida (por ejemplo en torres de iluminación). Los plásticos más adecuados para ello son los siguientes: vidrio acrílico (hasta 10 m de luz); GF-UP (hasta 40 m); espuma integral de PUR; sandwiches de plancha metálica con un núcleo de espuma (hasta 45 m); membranas neumáticas (hasta Ø 74 m) → (19) – (22).

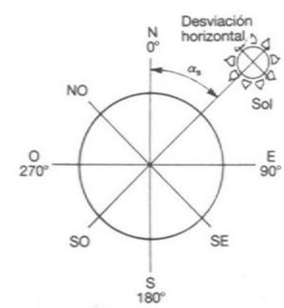
Longitud de onda			Frecuencia	
en metros		en nanómetros (nm)	en hercios (Hz)	
100000	10^5	100 billones	10^4	
10000	10^4	10 billones	10^5	Ondas largas
1000	10^3	1 billón	10^6	Ondas medias
100	10^2	100 millardas	10^7	Ondas cortas
10	10	10 millardas	10^8	Ondas ultracortas
1	1	1 millarda	10^9	Televisión
1 décima	10^{-1}	100 millones	10^{10}	
1 centésima	10^{-2}	10 millones	10^{11}	Ondas de radar
1 milésima	10^{-3}	1 millón	10^{12}	
1 diezmilésima	10^{-4}	100000	10^{13}	Radiación infrarroja
1 cienmilésima	10^{-5}	10000	10^{14}	
1 millonésima	10^{-6}	1000	10^{15}	
1 diezmillonésima	10^{-7}	100	10^{16}	Radiación ultravioleta
1 cienmillonésima	10^{-8}	10	10^{17}	
1 millardésima	10^{-9}	1	10^{18}	Rayos X
1 diezmillardésima	10^{-10}	1 décima	10^{19}	
1 cienmillardésima	10^{-11}	1 centésima	10^{20}	Rayos gamma
1 billonésima	10^{-12}	1 milésima	10^{21}	
1 diezbillonésima	10^{-13}	1 diezmilésima	10^{22}	
1 cien millonésima	10^{-14}	1 cienmilésima	10^{23}	
1 billardésima	10^{-15}	1 millonésima	10^{24}	
			10^{25}	



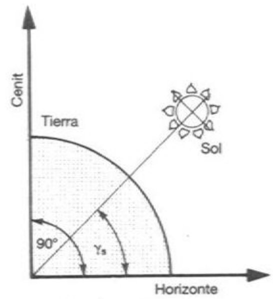
① Espectro energético de la radiación electromagnética → 🕮 (1 nanómetro = 1 millonésima de milímetro)



② Las estaciones del año en el hemisferio Norte



③ Ángulo de acimut α_s



④ Ángulo de elevación γ_s

Requisitos generales de iluminación natural en espacios interiores.

Los espacios destinados a estancia permanente de personas se han de iluminar con suficiente luz natural y se ha de garantizar una conexión visual adecuada con el exterior. Los correspondientes requisitos están fijados en la norma DIN 5034 «Luz natural en los espacios interiores» (partes 1.° a 5.°) y en las respectivas ordenanzas municipales y regionales.

Luz, longitud de onda y color de la luz

En el ámbito de la radiación electromagnética, → ①, la luz visible ocupa una banda relativamente reducida, aprox. 380-780 nm. La luz (luz natural y luz artificial) es la franja de la radiación electromagnética percibida por el ojo humano y se encuentra entre el ultravioleta y el infrarrojo. Los colores comprendidos en dicha franja se ordenan según su longitud de onda, así, por ejemplo, el violeta corresponde a una onda corta y el rojo a una onda larga. La luz solar contiene proporcionalmente más radiación de onda corta que las lámparas de incandescencia, es decir, es más roja.

La luz diurna es percibida por el hombre como si fuera de color blanco, a excepción de los colores rojizos del amanecer y el atardecer, el arco iris, etc.

La unidad para medir la intensidad lumínica —en particular la luz artificial— es el lux (lx). La luz diurna en un espacio interior se expresa en % (véase más adelante).

Fundamentos astronómicos: Sol, posición del Sol

Las fuentes que producen luz natural no son constantes. El Sol es la «fuente primaria» de luz natural → 🕮, independientemente del estado del cielo. La inclinación del eje terrestre, aprox. 23,5°, la rotación diaria de la Tierra alrededor de su propio eje y la circunvalación anual en torno al Sol implican que en cualquier punto de la Tierra, el Sol ocupe una determinada posición según cual sea la hora del día y el día del año → ②, que se expresa mediante dos ángulos: acimut α_s y altura γ_s. El acimut α_s es la proyección en planta de la posición aparente del sol, describe la desviación horizontal respecto al norte geográfico: Norte = 0°, Este = 90°, Sur = 180°, Oeste = 270° → ③. La altura γ_s es la proyección en vertical de la posición aparente del Sol sobre el horizonte → ④.

Cálculo de la posición del Sol

Existen varios métodos para calcular la posición aparente del Sol en un lugar determinado.

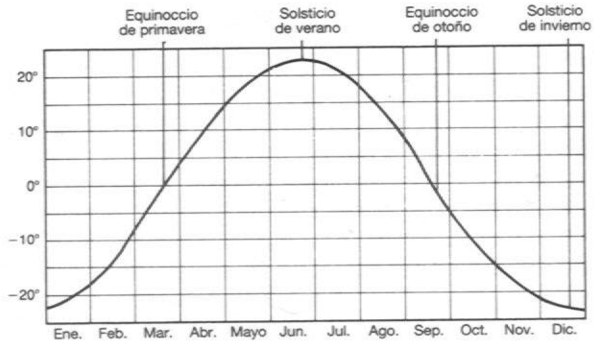
Debido a la declinación del Sol a lo largo del año, véase → p. 145 ⑤, resultan cuatro estaciones diferentes, es decir, cuatro posiciones del Sol. En los equinoccios, 21.3 y 23.9, la noche y el día tienen la misma duración y la declinación del Sol es de 0°.

El 21.12, solsticio de invierno, es el día más corto del año y la declinación del Sol es de −23,5°; el 21.6, solsticio de verano, es el día más largo del año y la declinación del Sol es de +23,5°.

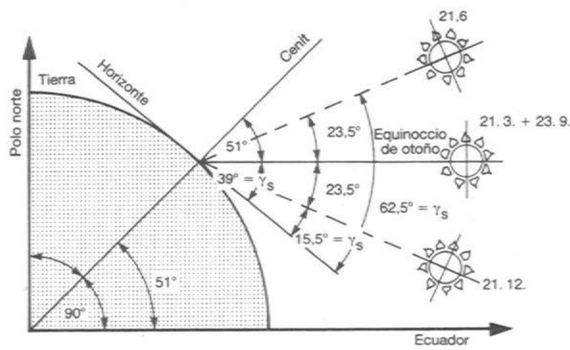
La posición del Sol se calcula a partir de la latitud: el 21.3 y el 23.9 a mediodía (α_s = 180°) el Sol forma un ángulo cenital idéntico a lo largo de cada paralelo, por ejemplo, en el paralelo 51° de latitud Norte (Kassel) el ángulo cenital a mediodía (α_s = 180°) es de 51° → ⑥. El ángulo de elevación del Sol por encima del horizonte es de 90° − 51° = 39°.

El 21.6, el Sol, a mediodía (α_s = 180°), está 23,5° más alto que el 21.3 y el 23.9, es decir, 39° + 23,5° = 62,5°, mientras que el 21.12 el sol está 23,5° más bajo que en los días de equinoccio, es decir, 39° − 23,5° = 15,5°. Estas desviaciones son iguales para todas las latitudes.

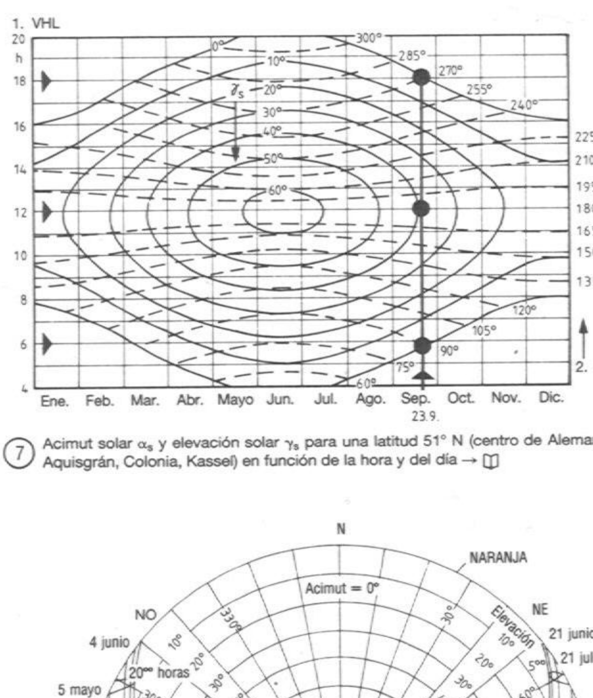
De esta manera se puede calcular en cualquier paralelo, y para cada día del año, la correspondiente posición del Sol.



(5) Declinación del sol a lo largo del año → 📖



(6) Latitud y ángulo de elevación del sol γ_s → 📖



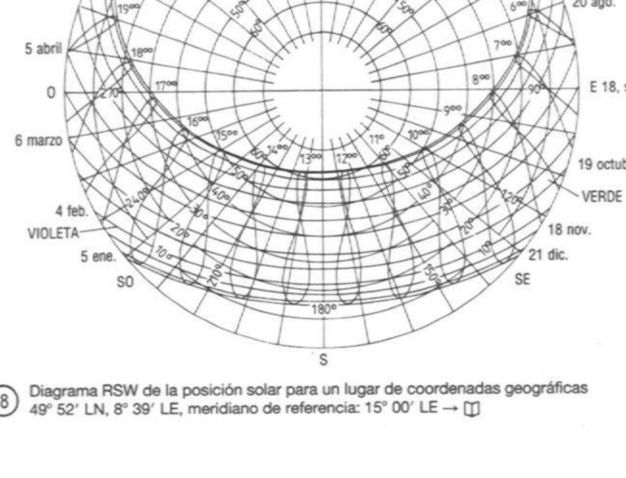
(7) Acimut solar α_s y elevación solar γ_s para una latitud 51° N (centro de Alemania, Aquisgrán, Colonia, Kassel) en función de la hora y del día → 📖

Diagramas de la posición solar
En la norma DIN 5034 hay tres diagramas de la posición solar para el norte, centro y sur de Alemania, respectivamente. Por ejemplo, para una latitud norte de 51° (Kassel → (7)), el diagrama muestra la proyección en planta del acimut y de la elevación de la posición del Sol, según la hora local, por ejemplo, en Kassel el Sol sale el 23.9 a las 6,00 horas con un $\alpha_s = 90°$ (Este), el mismo día a las 12,00 $\alpha_s = 180°$ (Sur) y la elevación es de 39°; el Sol se pone a las 18,00 horas: $\alpha_s = 270°$.
Para averiguar la trayectoria aparente del sol en un lugar determinado, existen unos diagramas de la posición solar → (8), que indican la proyección en planta del acimut α_s y de la elevación γ_s en función de la hora y el día del año, para un paralelo determinado. Las curvas lemniscatas dibujadas a intervalos horarios, son de color violeta para el primer semestre del año y de color verde para el segundo. El desarrollo de las curvas horarias en forma de lazos se debe a la forma elíptica de la órbita terrestre en torno al Sol y a la curvatura de la eclíptica. Los datos horarios corresponden al meridiano de referencia, es decir, al uso horario del lugar (por ejemplo: Essen: hora centroeuropea y longitud 15° Este).

Los puntos de intersección de las curvas diarias con las curvas horarias de igual color indican la posición del sol en cada momento. En el diagrama polar de color naranja se puede leer la posición angular del sol (acimut y elevación) → (8)

Proyección de la órbita solar
Con las proyecciones estereográficas puede calcularse —empleando el disco correspondiente— la trayectoria de la órbita solar para cada latitud (el día 21 de cada mes) en función de la hora del día y el día del año.

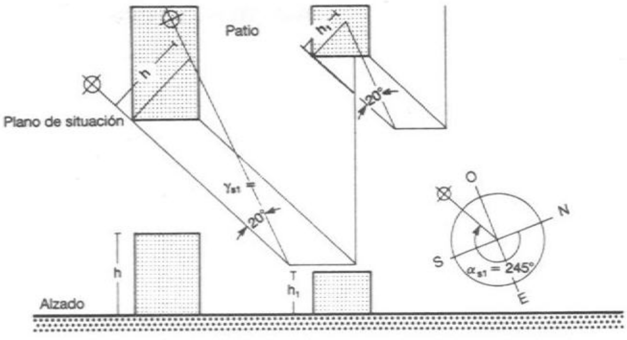
Posición del Sol, hora oficial y medición del tiempo
La posición del Sol determina las características de la luz diurna en función de la hora y del día. La verdadera hora local (VHL) es el dato horario usual (por ejemplo en los diagramas de la posición solar) para el cálculo de la luz diurna. Cada lugar está incluido en una zona horaria, donde se emplea la hora del correspondiente uso horario. Si lo que interesa es conocer esta última, se ha de transformar la VHL en la hora oficial, que en Alemania es la hora centroeuropea (HCE) = VHL + igualación horaria + diferencia horaria; si se ha de tener en cuenta el cambio de hora en verano (hora centroeuropea en verano) HCEV = HCE + 1 hora.



(8) Diagrama RSW de la posición solar para un lugar de coordenadas geográficas 49° 52′ LN, 8° 39′ LE, meridiano de referencia: 15° 00′ LE → 📖



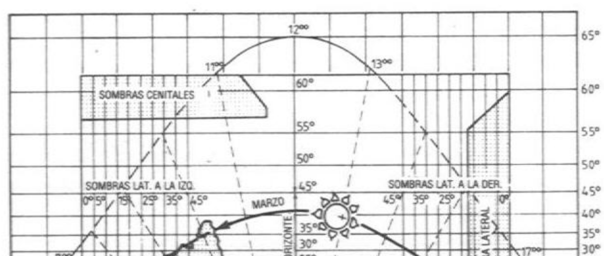
(9) Proyección estereográfica de la órbita solar, por ejemplo para un lugar situado a 51° LN. El día 21.3 y el día 23.9: el sol sale a las 6,00 horas y se pone a las 18,00 horas. γ_s = 39° a las 12,00 horas → 📖



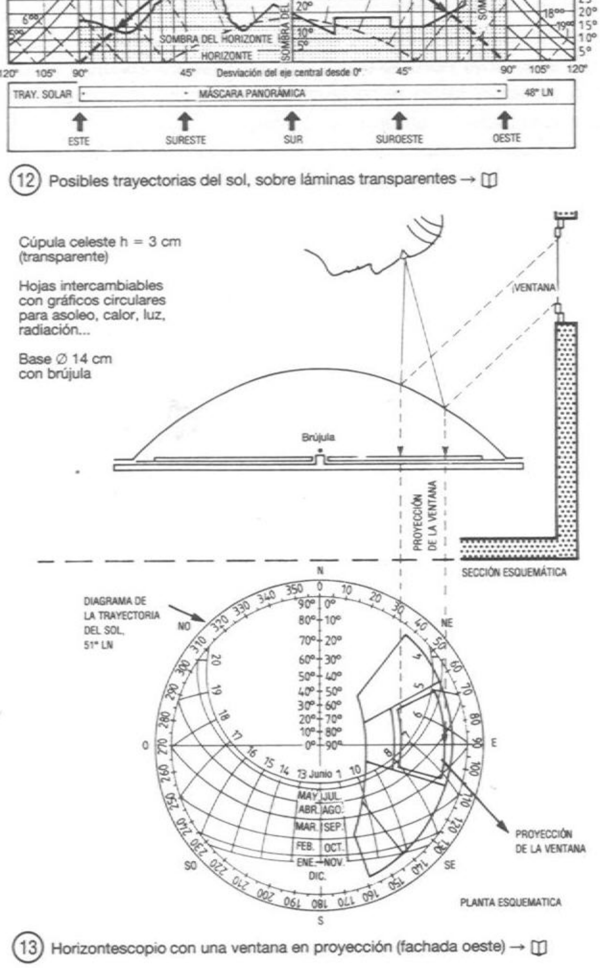
⑩ Construcción gráfica de las sombras arrojadas por un edificio



⑪ Máscara panorámica (curvada) en posición → 🕮



⑫ Posibles trayectorias del sol, sobre láminas transparentes → 🕮



⑬ Horizontescopio con una ventana en proyección (fachada oeste) → 🕮

Posición del sol, sombras, medios auxiliares

Para calcular y comprobar la radiación solar real y las sombras arrojadas, tanto en el exterior como en el interior de un edificio, en función de la situación geográfica, de la hora y el día, de las características constructivas y del entorno circundante, existen los siguientes métodos:

— Construcción gráfica de las sombras.

Las sombras arrojadas por un edificio se pueden determinar, en planta y alzado, con ayuda de la proyección de la órbita aparente del sol, → ⑥. Por ejemplo, se han de dibujar las sombras en un patio situado en Kassel, 51° LN, el día 21 de marzo a las 16,00 horas. En ese momento el acimut (α_{s1}) es de 245° y el ángulo de elevación (γ_{s1}) de 20° → ⑨ + ⑩. El plano de situación se orienta al Norte. La dirección de las sombras queda fijada por las aristas horizontales del edificio, es decir, mediante un desplazamiento paralelo a la dirección aparente del sol (α_{s1} = 245°) a lo largo de las esquinas del edificio; la longitud de las sombras por las esquinas verticales del edificio, es decir, abatiendo la altura real del edificio (h) según el ángulo de elevación del sol (20°). El punto de intersección con la dirección fija la longitud de la sombra.

— Máscara panorámica.

Se ha dibujado la trayectoria aparente del sol (DIN A4), para el norte, centro y sur de Alemania mirando hacia el Sur, con datos sobre el acimut y la elevación en función de la hora y el día. Las máscaras panorámicas a copiar sobre papel transparente, se orientan, en función del lugar a investigar, hacia la dirección por donde entraría el sol → ⑪. Mirando por la máscara panorámica se puede trasladar cualquier influencia del entorno al papel, donde se ha copiado la trayectoria aparente del Sol a escala 1:1 → ⑫. Después puede utilizarse el papel transparente para analizar las posibles sombras y el asoleo de las fachadas, en la sección del edificio a escala real.

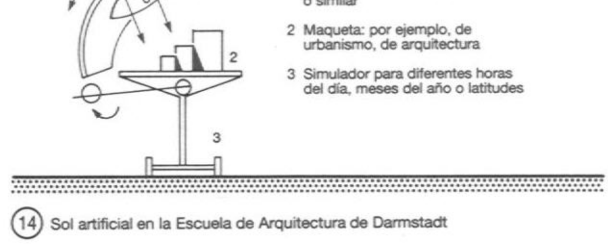
— Horizontescopio.

Es un medio auxiliar para averiguar a pie de obra las sombras y el asoleo verdadero en un edificio. El horizontescopio se compone de una cúpula celeste transparente, una brújula, una base y las hojas intercambiables con los gráficos circulares, que pueden utilizarse según se trate de averiguar la iluminación, la irradiación o las sombras.

El principio del horizontescopio consiste en reconstruir las condiciones existentes de luz y sombras en el espacio, → ⑬. En un determinado punto del espacio se podrá conocer, mediante la proyección simultánea de la ventana en la cúpula celeste y en el gráfico circular situado debajo, la verdadera abertura de la luz que llega al interior. De esta manera, se puede averiguar en cada punto del espacio y en función de la orientación del edificio, las condiciones de iluminación para cualquier hora de cualquier día del año → ⑬.

— Simulación tridimensional:

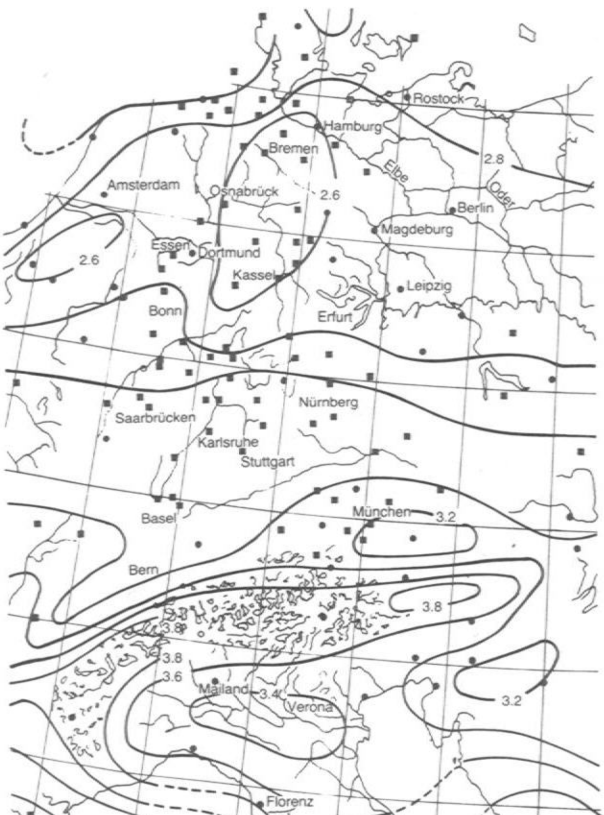
Para averiguar el asoleo y las sombras exactas a lo largo de un año en un edificio y en sus alrededores, se examina una maqueta a escala bajo un sol artificial (luz paralela) → ⑭.



⑭ Sol artificial en la Escuela de Arquitectura de Darmstadt



⑭ Asoleo medio anual, en horas → 📖



⑮ Radiación global diaria media, en kWh/m² → 📖

Estado del cielo (51° LN)			
Tiempo	Despejado, cielo azul sin nubes	Parcialm. cubierto, el sol se ve como un disco de mayor clar.	Cielo completamente cubierto
Horizonte Intens. radiac. (W/m²)	600–800	200–400	50–150
Horizonte. Intens. de ilumin. (lux)	60000–100000	19000–40000	5 000 20000
Proporción de luz difusa	10–20%	20–30%	80–100%

⑯ Diferentes intensidades de radiación y características variables de la luz natural, según las condiciones atmosféricas → 📖



① Intensidad J de la radiación solar en la frontera de la atmósfera terrestre según la longitud de onda (γ_s = 90°). La zona sombreada indica la pérdida por reflexión, difusión y absorción de radiación, debido al contenido en vapor de agua, anhídrido carbónico y ozono del aire, y también a causa de la existencia de partículas de polvo.
② Intensidad J de la radiación solar que llega a la Tierra.
③ Ámbito correspondiente a la luz visible. → 📖

⑰

Condiciones meteorológicas

La radiación de calor y la intensidad de la luz diurna en la superficie de la tierra, a lo largo del año, depende de la latitud geográfica, el tiempo y el estado del cielo (despejado, cubierto, parcialmente cubierto, etc.).
Sobre la duración de la luz diurna es importante saber que:
El año tiene 8760 horas. La «claridad diurna» acumulada a lo largo de todo el año es de aproximadamente 4300 horas.
El número de horas que luce el sol en Alemania oscila entre 1300 y 1900 al año → ⑭, de las que al menos 3/4 corresponden a los seis meses de verano y primavera.
Durante la mayor parte del año, es decir, 2/3 de las horas de luz diurna, llega más o menos luz solar difusa a la tierra en función de las condiciones atmosféricas del lugar.
Por ello, la radiación solar (radiación global) que llega directa o indirectamente a la superficie de la tierra produce un clima que varía de un sitio a otro, véase la ilustración ⑮. «Los tiempos de insolación anotados representan décimas de hora. Los datos sólo dan una idea del macroclima, las desviaciones locales en el microclima no pueden apreciarse» → 📖.
Para conocer los datos climáticos (temperaturas, horas de insolación, estado del cielo, etc.) de un lugar en particular, hay que dirigirse al correspondiente Servicio Meteorológico.
Por lo tanto, durante las «horas diurnas de claridad» varía la intensidad de la radiación solar, así como las características de la luz diurna, en función de la latitud geográfica y de las condiciones atmosféricas → ⑯.

Conceptos físicos de la radiación

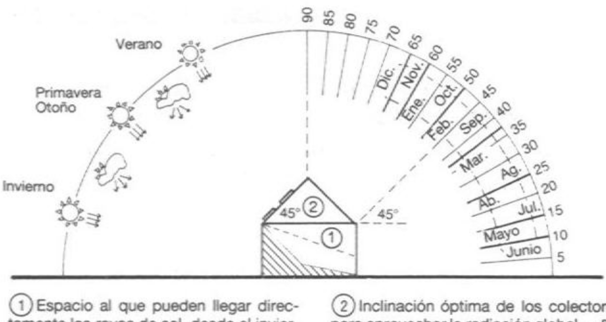
La radiación solar es una «fuente de calor muy variable». Sólo una pequeña parte de la energía solar se transforma en energía calorífica en la superficie terrestre, ya que la atmósfera debilita la intensidad de la radiación solar de forma irregular.
La debilitación se debe a diferentes factores, entre ellos: difusión, reflexión y absorción de la radiación a causa de la existencia de partículas de polvo (origen principal de la luz natural difusa) y también debido al contenido en vapor de agua, anhídrido carbónico y ozono del aire → 📖.

La energía total de la radiación solar que llega a la Tierra se transmite con una longitud de onda entre 0,2 a 3,0 µm.

Distribución de la energía total en la superficie de la Tierra: aproximadamente 3 % de radiación ultravioleta con una longitud de onda entre 0,2 y 0,38 µm, aprox. 44 % de radiación visible con una longitud de onda entre 0,38 y 0,78 µm (el máximo en el espectro visible corresponde a una longitud de onda de 0,5 µm), aprox. 53 % de radiación infrarroja con una longitud de onda entre 0,78 y 3,0 µm → 📖.

La superficie 2 → ⑰ reproduce la radiación solar que llega a la tierra; es la constante solar, que en Alemania es de unos 1000 W/m², en una superficie irradiada verticalmente.

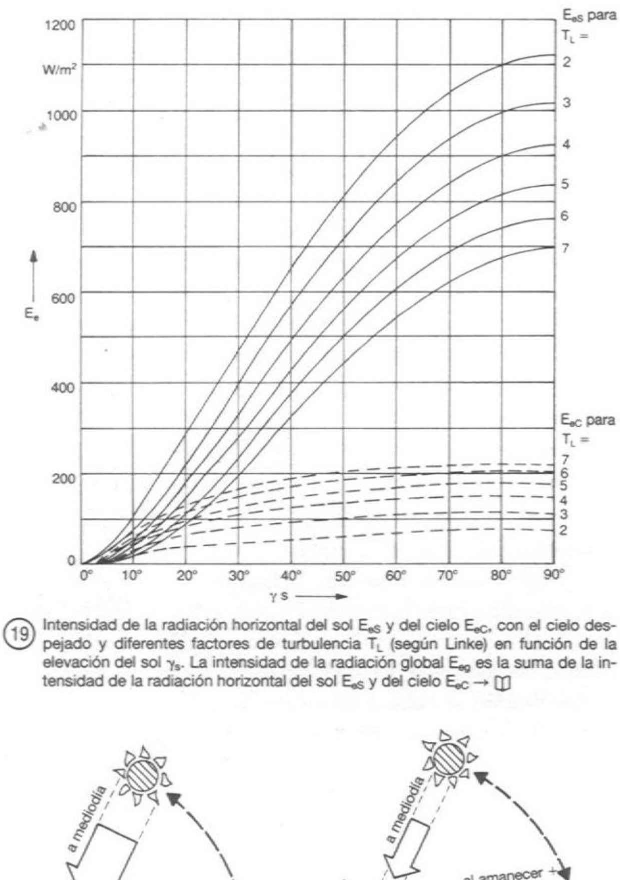
El rendimiento de la radiación disminuye en unos 200 W/m² cuando la densidad de población es elevada; y entre 50 y 200 W/m² en el caso de que sólo exista radiación difusa (cielo completamente cubierto), compárese con → ⑯.



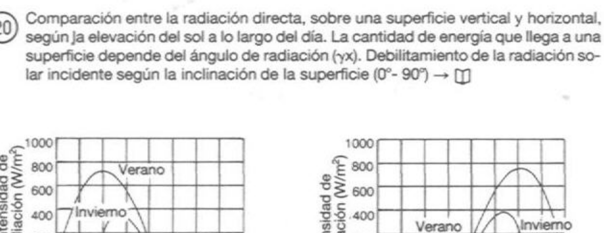
(1) Espacio al que pueden llegar directamente los rayos de sol, desde el invierno hasta el verano

(2) Inclinación óptima de los colectores para aprovechar la radiación global → 📖, véase (22) - (24)

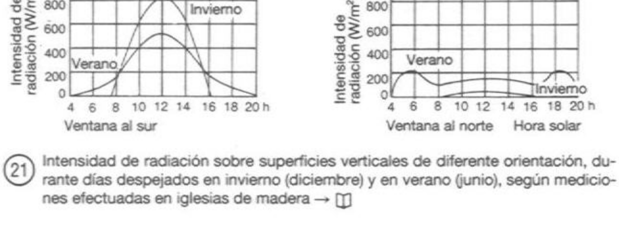
(18) Ángulo de inclinación óptimo para las superficies orientadas al sur



(19) Intensidad de la radiación horizontal del sol E_{eS} y del cielo E_{eC}, con el cielo despejado y diferentes factores de turbulencia T_L (según Linke) en función de la elevación del sol γ_S. La intensidad de la radiación global E_{eg} es la suma de la intensidad de la radiación horizontal del sol E_{eS} y del cielo E_{eC} → 📖



(20) Comparación entre la radiación directa, sobre una superficie vertical y horizontal, según la elevación del sol a lo largo del día. La cantidad de energía que llega a una superficie depende del ángulo de radiación (γx). Debilitamiento de la radiación solar incidente según la inclinación de la superficie (0°- 90°) → 📖



(21) Intensidad de radiación sobre superficies verticales de diferente orientación, durante días despejados en invierno (diciembre) y en verano (junio), según mediciones efectuadas en iglesias de madera → 📖

Radiación global

La radiación solar eficaz para un edificio (transformada en calor en las superficies del mismo) es la radiación global E_{eg}: suma de la radiación solar «directa» y la «indirecta» (condicionada por la atmósfera terrestre y por el porcentaje de radiación difusa a causa de los diferentes estados del cielo); se expresa en Watios/m² o también, por ejemplo, en Watios-hora/m² por mes, por día, o por año. En la radiación difusa o directa se ha de tener también en cuenta el porcentaje de la radiación reflejada, por ejemplo, por los edificios situados en las inmediaciones, las calles y las superficies circundantes (sobre todo si son reflectantes).

La radiación global puede emplearse como fuente de calor para satisfacer las necesidades energéticas de un edificio mediante un «uso pasivo», a través de elementos arquitectónicos (superficies de vidrio para la utilización del efecto invernadero, superficies de almacenamiento situadas en el interior...) → (18), o indirectamente mediante un «uso activo» (a través de colectores, células solares...) → (18). De manera inversa, el porcentaje de la radiación global determina, en las instalaciones de climatización, la influencia calorífica directamente eficaz en la carga frigorífica a calcular en determinados tipos de edificación (véase también DIN 4701 y VDI 2078).

Puede calcularse como magnitud energética, la radiación global necesaria para la utilización local de la energía solar en un edificio, por ejemplo, la superficie necesaria de colectores.

En la norma DIN 5034, parte 2.ª, se dan los valores para un cielo despejado, parcialmente cubierto y cubierto. → (19) muestra «...la intensidad de radiación del sol E_{eS} y del cielo E_{eC} en Watios/m² en función de la elevación del sol...», cuando el cielo está despejado. La intensidad de la radiación global horizontal E_{eg} es la suma del porcentaje irradiado por el sol E_{eS} y por el cielo E_{eC}.

Aplicación: para determinar la cantidad de energía solar realmente utilizable, se han de averiguar los porcentajes referidos a la inclinación y, en caso necesario, a la orientación de las superficies del edificio → (11). La intensidad de radiación horizontal puede tomarse de → (19).

En → (20) se muestra el debilitamiento de la cantidad de radiación solar según las diferentes inclinaciones (0° - 90°), por ejemplo, de la orientación.

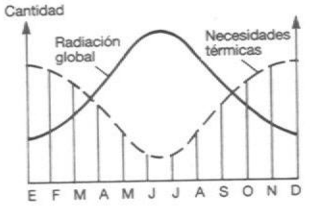
En una superficie vertical sólo puede utilizarse anualmente, aproximadamente el 50 % de la radiación global.

Para tener en cuenta la distribución relativa de la radiación del porcentaje celeste, la norma DIN 5034 proporciona los datos de la intensidad de radiación (en función de la inclinación y orientación de las respectivas superficies) y los factores exactos de transformación «R» (en función de la elevación y el acimut del sol).

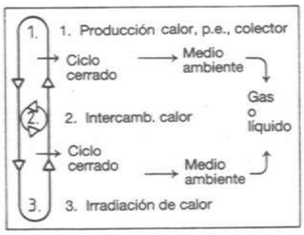
En → (21) puede leerse directamente la cantidad de radiación incidente en una superficie de diferente orientación (cielo despejado), al menos para la posición más alta y más baja del sol.

Sistemas solares activos y pasivos

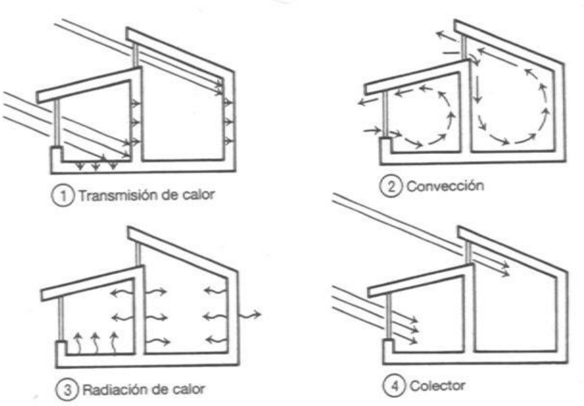
Las necesidades energéticas de un edificio, situado en Alemania, son relativamente elevadas durante los siete meses que requieren calefacción en comparación a los meses de mayo a agosto. Aunque, durante los meses de invierno el porcentaje de radiación global no es muy intenso (véase → p. 22), una parte de la energía necesaria en el edificio (calefacción, agua caliente y ventilación, etc.) puede cubrirse aprovechando la energía del entorno; en este caso el problema del almacenamiento es el más importante.
En el empleo de la energía solar se distingue entre sistemas activos y pasivos.



(22) Necesidades térmicas - Horas de sol



(23) Ciclo térmico - Sistema activo



(24) Sistemas pasivos (Bases) → 📖

Tipo de acristalamiento	g
Acristalamiento doble con vidrio claro	0,8
Acristal. triple con vidrio claro	0,7
Pavés	0,6
Acristalamiento múltiple con vidrios especiales (de protección solar y térmica)	0,2–0,8

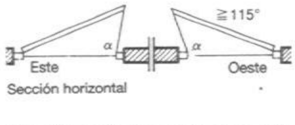
(25) Grado de transmisión de la energía global g, del vidrio

Col.	1	2	3
		Máximo valor recomendado (gf × f)	
Línea	Tipo de constr. interior	No hay muchas posibilidades de ventilación natural	Elevadas posibilidades de ventilación natural
1	Ligera	0,12	0,17
2	Pesada	0,14	0,25

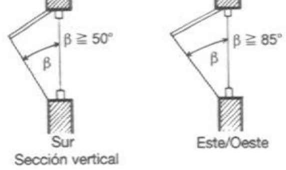
(26) Máximo valor recomendado (gf × f) en edificios con ventilación natural según la norma DIN 4108, parte 2.ª, tabla 3

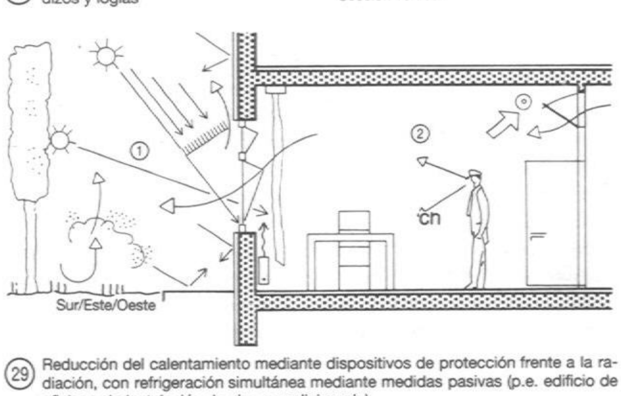
Tipo de protección	z
Sin protección solar	1,0
Situadas en el vidrio o en el interior	
Tejidos	0,4 - 0,7
Celosías	0,5
Situadas en el exterior	
Celosías, lamas móviles, ventiladas por detrás	0,25
Celosías, lamas móviles o fijas, persianas enrollables	0,3
Voladizos, logias	0,3
Marquesinas, ventiladas por arriba y por los lados	0,4
Marquesinas, en general	0,5

(27) Factor de reducción z, de las protecciones solares colocadas delante del acristalamiento



(28) Colocación de marquesinas, voladizos y logias





(29) Reducción del calentamiento mediante dispositivos de protección frente a la radiación, con refrigeración simultánea mediante medidas pasivas (p.e. edificio de oficinas sin instalación de aire acondicionado)

Se habla de **sistemas activos** cuando los procesos de ganancia y liberación de calor se realizan mediante aparatos instalados en el edificio. También se denominan indirectos, pues sólo tras los procesos de transformación se efectúa la liberación de calor. En la ilustración → (23) se ha representado el principio de trabajo de los sistemas activos. La ganancia de calor se puede realizar, por ejemplo, mediante colectores solares.

En los sistemas **pasivos** la energía solar se utiliza «directamente», transformando, almacenando y liberando la energía solar incidente a través de la forma, los materiales y los elementos constructivos del edificio. Los cuatro procesos físicos más importantes para la ganancia, transformación y liberación de calor son los siguientes:

1. Conducción de calor: → (24) (1).

Si un material absorbe radiación solar, esta energía se transforma en energía térmica. El flujo de calor se origina cuando hay una diferencia de temperatura y depende de la capacidad térmica específica del material. Si la temperatura del entorno es inferior, por ejemplo, a la pared calentada, la energía térmica «almacenada» se libera.

2. Convección: → (24) (2).

El material o la pared calentada por la radiación solar vuelve a irradiar otra vez la energía en función de la diferencia de temperatura con el entorno. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre la pared y el aire circundante, más calor desprenderá la pared. El aire calentado asciende.

3. Radiación térmica: → (24) (3).

La radiación solar de onda corta se transforma, en la superficie del material, en radiación de onda larga (infrarroja). La irradiación se efectúa en todas las direcciones y depende de la temperatura en la superficie del material.

4. Colector: → (24) (4).

La luz solar entra por las superficies de vidrio orientadas al sur. La radiación solar (transformada en el interior en radiación de onda larga) ya no puede traspasar el vidrio y con ello se calienta el espacio interior (efecto invernadero), → (24) (4) → 📖.

Protección frente a la radiación en verano

En la norma DIN 4108, parte 2.ª, se recomienda, en verano, una protección térmica para las superficies transparentes de las fachadas, en edificios con ventilación natural, para evitar un calentamiento excesivo. La recomendación dice así: el producto del grado de transmisión de la energía (g) (→ (25)) × el factor de protección solar (z) (→ (27)) × el porcentaje de superficie acristalada (f) —es decir, g × z × f—, ha de estar comprendido entre 0,14 y 0,25 en edificios pesados y entre 0,12 y 0,17 en edificios ligeros → (26). Algunas de las medidas de protección solar que propone la norma DIN 4108, parte 2.ª, en la tabla 5 → (28) resaltan mucho de las fachadas y se han de valorar en cada caso, ya que tienen un efecto óptico importante y a veces pueden reducir la visibilidad desde el interior, → (28).

En cada caso se han de analizar las propiedades físicas de los materiales de construcción, en relación con las condiciones naturales del entorno, → (29).

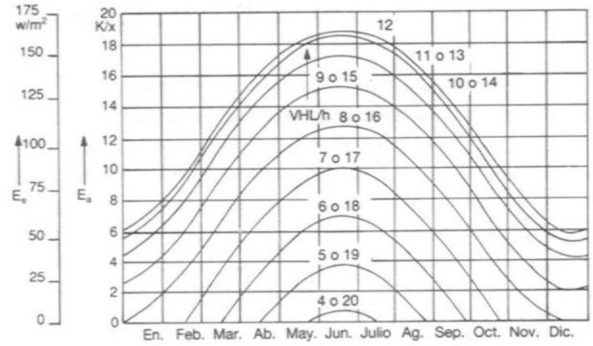
Observaciones sobre la ilustración (29):

Espacio exterior y fachada (1):

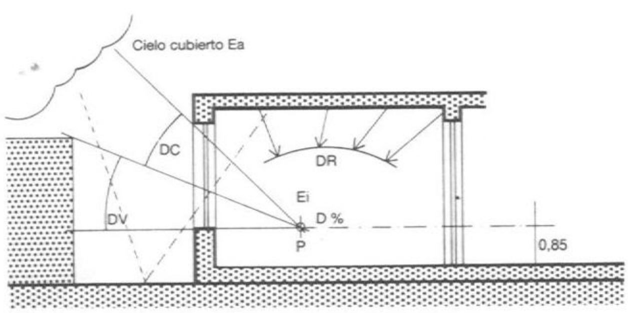
- Sombras y refrigeración mediante vegetación (árboles, setos, etc.)
- Capa superior del suelo de color claro (anchura aprox. de 1 m), por ejemplo, gravilla delante del edificio
- Protector solar y de deslumbramiento (β = 35°), voladizo aprox. 90 cm
- Materiales claros y reflectantes en la fachada (colores pastel)
- Tamaño adecuado de las ventanas (con vidrio aislante) para la entrada de luz y calor, con un marco de color blanco en el interior

Espacio interior y fachada (2):

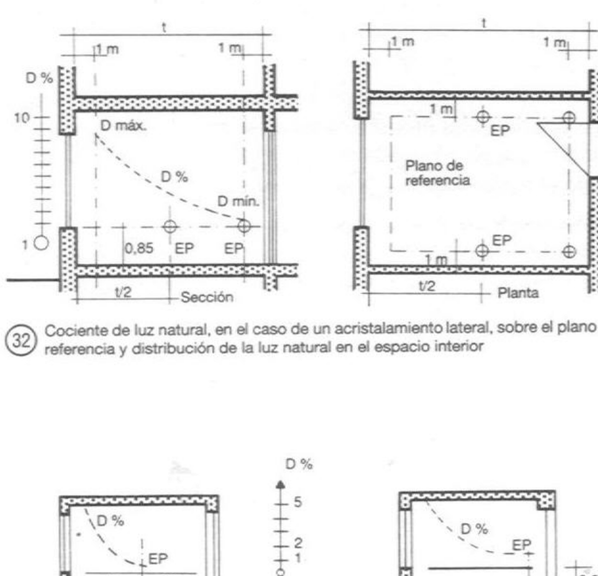
- Eventualmente plantas
- Revestimiento del suelo de color claro o semiclaro
- Sistema de calefacción flexible (calefacción combinada de agua y aire)
- Cortina de color claro como protección al deslumbramiento y para transformar la radiación solar directa (sobre todo en momentos de transición) en radiación difusa
- Colores claros y mates (colores naturales y pastel para el mobiliario) en las superficies perimetrales, especialm. en el techo
- Ventilación a través de hoja basculante
- También, ventilación por medios mecánicos sencillos



(30) Intensidad de iluminación horizontal Ea, con cielo cubierto, en una latitud Norte de 51°, en función de la hora del día y la estación del año → 📖. E_e = Intensidad de radiación horizontal



(31) Luz natural e intensidad de iluminación en un punto P del interior



(32) Cociente de luz natural, en el caso de un acristalamiento lateral, sobre el plano de referencia y distribución de la luz natural en el espacio interior



(33) Cocientes de luz natural obligatorios en viviendas y oficinas

Int. ilumin. inter. Ei/lux	Intens. ilumin. en el exter. Ea/lux 5000	10 000 lux
200	4,0%	2,0%
500	10,0%	5,0%
700	14%	7,0%

(34) Cocientes de luz natural necesarios para conseguir la intensidad de iluminación deseada en el interior, en función de la intensidad de iluminación del cielo cubierto (D = Ei/Ea x 100 %).

Int. ilumin. exterior Ea/lux	Intens. ilumin. inter. Ei/lux
5000	50
10000	100

Intensidades de iluminación que pueden esperarse en el punto EP del interior en función de la intensidad de iluminación del cielo cubierto, cuando D = 1 %. (Ei = D × Ea/100 %).

Medición y valoración de la luz natural (LN), en espacios interiores con iluminación lateral y cenital

La luz natural puede valorarse, en espacios interiores, con los siguientes criterios:

— intensidad de iluminación y claridad
— uniformidad
— deslumbramiento
— sombras

Bases: para valorar la luz natural en espacios interiores se emplea siempre como referencia la intensidad de iluminación del cielo cubierto (es decir la radiación difusa). La luz natural que entra en un espacio interior por una ventana, se expresa mediante el cociente de iluminación natural D (Daylight-factor). Este cociente relaciona la intensidad de iluminación en el espacio interior (Ei) con la intensidad de iluminación existente simultáneamente en el exterior (Ea), D = Ei : Ea × 100 %. La luz natural existente en un espacio interior se expresa siempre en tanto por ciento. P. e., si la intensidad de iluminación en el exterior es de 5000 lux y en el interior de 500 lux, entonces D = 10 %. El cociente de iluminación natural siempre es constante. La intensidad de iluminación en el interior sólo varía en relación con la intensidad de iluminación existente, al mismo tiempo, en el exterior, que a su vez, cuando el cielo está cubierto, varía según la hora del día y la estación del año. Oscila aprox. entre 5000 lux en invierno y 20 000 lux en verano → (30).

El cociente de iluminación natural en el punto (P) depende de varios factores de influencia: D=(DC+DV+DR) × τ × k1 × k2 × k3 → (31).

Siendo:

— DC: luz reflejada por el cielo
— DV: luz reflejada por los edificios circundantes
— DR: luz reflejada por las superficies interiores
— factores de reducción:

τ: transmisión lumínica del acristalamiento
k1: sombras originadas por el tipo de hueco
k2: sombras originadas por el tipo de carpintería
k3: ángulo de incidencia de la luz natural

En la norma DIN 5034, se fija la zona de referencia para medir la intensidad de iluminación de la luz natural, en un espacio interior → (32). Está situada a una altura de 0,85 m desde el canto superior del pavimento. La separación de los planos que delimitan el espacio es de 1 m. En este plano de referencia se fijan los puntos más característicos (EP), de la intensidad de iluminación horizontal. De esta manera, los correspondientes cocientes de luz natural (a calcular) se pueden representar a lo largo de una curva → (32), que, en sección, da información sobre la intensidad de iluminación en el plano de referencia (en los puntos elegidos); con ello también queda fijado el Dmáx. y el Dmín. (véase también la uniformidad). La curva de cocientes de luz natural indica además, la distribución de la luz natural en el interior.

Cocientes obligatorios de luz natural D %:

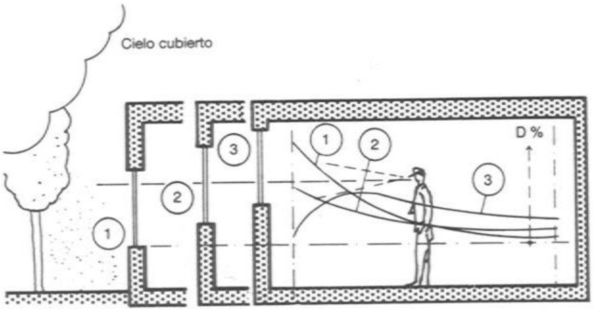
Las prescripciones descritas a continuación se han extraído de la norma DIN 5034 «Luz natural en espacios interiores» y ASR 7.1 «Directrices sobre los lugares de trabajo». Mientras que la norma DIN proporciona datos precisos sobre los requisitos mínimos de la distribución de la luz natural en el interior de viviendas y oficinas, en las ASR no se define exactamente la distribución de la luz natural. De todas maneras, esta puede fijarse y controlarse a través de la uniformidad.

Suponiendo que las oficinas son comparables, en cuanto a dimensiones, con las viviendas, los cocientes de luz natural deberían tener los siguientes valores: Dmín. ≧ 1 %; punto de referencia en viviendas: en el centro → (33), punto de referencia en oficinas: lugar más alejado de la fuente de luz → (33),

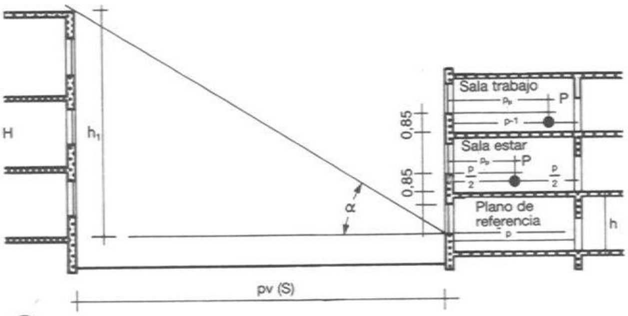
Dmín ≧ 2 % en oficinas con acristalamiento en dos lados,
Dmín ≧ 2 % en oficinas con claraboyas, con (Dm) mín ≧ 4 %.

Observación: en las ventanas de oficinas, el cociente máximo correspondiente de luz natural debería ser, al menos, 6 veces mayor que el valor mínimo obligatorio, y en las claraboyas de oficinas el cociente medio de luz natural (Dm) debería ser 2 veces mayor que el Dmín.

→ (34) Muestra algunos ejemplos de diferentes intensidades de iluminación, en función de la intensidad de iluminación en el exterior.



(35) Distribución de la luz natural en el interior, en función de la posición de la ventana

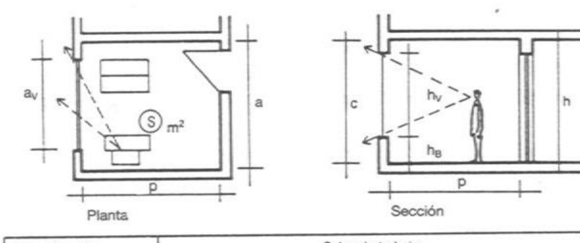


(36) Anchura mínima de las ventanas → 🕮

Anchura de las ventanas = (aV) m

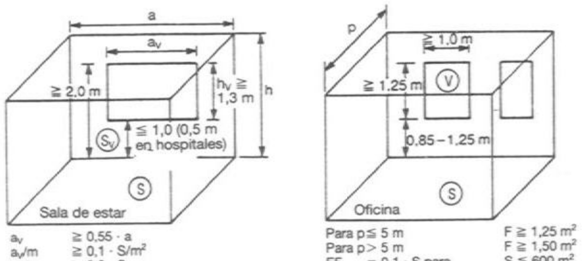
Alt. del espacio (h)	—	2,50 m			3,00 m	
Alt. de la ventana (hV)	—	1,35 m			1,85 m	
Prof. del espacio (p)	—	5 m	7 m		5 m	7 m
Anch. del espacio (a)						
Áng. de separación con la edif. circundante $\alpha = 0°$	5	2,75	2,75	5	2,75	2,75
	7	3,85	3,85	7	3,85	3,85
$\alpha = 20°$	5	2,75	4,46	5	2,75	2,75
	7	3,85	6,07	7	3,85	3,85
$\alpha = 30°$	5	3,69	–	5	2,75	3,83
	7	5,07	–	7	3,85	5,18

(37) DIN 5034. Cálculo de la anchura mínima de las ventanas (aV), en función de las dimensiones del espacio interior y del ángulo de separación con la edificación circundante



Salas de estar	Salas de trabajo		
Según DIN 5034 $c \geqq 2{,}20$ m $h_B \leqq 0{,}90$ m $a_V \geqq 0{,}55 \cdot a$ Requisitos mínimos	Según DIN 5034, igual que en salas de estar cuando: $h \leqq 2{,}50$ m $p \leqq 6{,}0$ m $S \leqq 50\ m^2$	Según DIN 5034 si $h < 3{,}50$ m la superficie de ventana $> 30\%$ de $a \times h$	Si $h > 3{,}50$ m $c\text{-}h_B \geqq 1{,}30$ $h_B \leqq 0{,}90$ m $a_V \geqq 0{,}55 \cdot a$

(38) Vistas al exterior, según DIN 5034



$a_V \geqq 0{,}55 \cdot a$
$a_V/m \geqq 0{,}1 \cdot S/m^2$
$a_V \cdot h_V \geqq 0{,}3 \cdot S_V$
$\geqq 0{,}16 \cdot S$
$a_V \cdot h_V/m^2 \geqq 0{,}07 \cdot S \cdot h/m^3$
Ventanas necesarias en una vivienda → 🕮

Para $p \leqq 5$ m — $F \geqq 1{,}25\ m^2$
Para $p > 5$ m — $F \geqq 1{,}50\ m^2$
EF $= 0{,}1 \cdot S$ para $S \leqq 600\ m^2$
EF $= 60 + 0{,}01\ S$ para $S > 600\ m^2$
Tamaño mínimo de las ventanas en oficinas, según ASR → 🕮

(39) Tamaño de las ventanas y vistas al exterior

Claridad, tamaño de las ventanas, relaciones visuales

La situación, tamaño y tipo de las ventanas influye en la distribución de la luz natural en un espacio interior → (35). La norma 5034, parte 4.°, define el tamaño de las ventanas que corresponden a salas de diferentes dimensiones, tanto de viviendas como de oficinas. Dichos valores se basan en las siguientes condiciones:

— D % = 0,9 para el centro de la sala de una vivienda o para el punto más alejado de la ventana en una oficina.
— Anchura de la ventana = 0,55 × anchura del espacio
— Cielo cubierto
— Reflexión: pared = 0,6
techo = 0,7
suelo = 0,2
— Pérdidas de luz: vidrio = 0,75
carpintería k1 = 0,75
suciedad k2 = 0,95
— Luz reflejada por los edificios circundantes: (Dv = 0,2)
— Ángulo de edificación α = de 0° a 50° (→ (36) y (37))

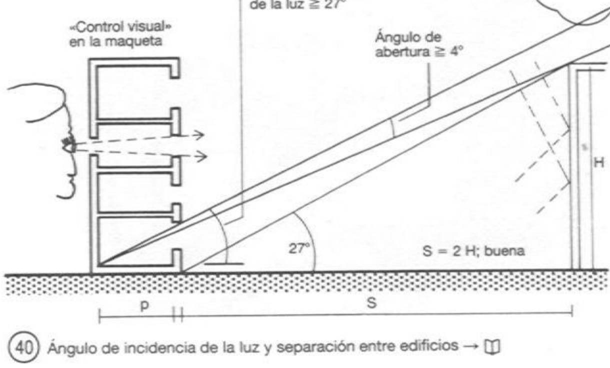
Observación: esto también es válido para las oficinas, cuando tienen dimensiones parecidas a las salas de una vivienda:
altura del espacio (h) ≦ 3,50 m;
profundidad del espacio (p) ≦ 6 m;
superficie del espacio (S) ≦ 50 m^2.

Las vistas al exterior también exigen que las ventanas de una vivienda o de una oficina tengan un determinado tamaño. Los valores resumidos en → (38) y (39) se han tomado de DIN 5034 y también cumplen las directrices para las oficinas establecidas en ASR 7.1, cuyos requisitos mínimos son obligatorios en Alemania. Las normas de la construcción en Alemania regulan lo siguiente:

— se ha de respetar una separación determinada entre los edificios en función de su altura
— todas las salas destinadas a estancia de personas han de tener vistas al exterior
— en las salas de estar de viviendas, por regla general, el acristalamiento ha de tener aprox. una superficie equivalente entre 1/8 y 1/10 de la superficie útil de la sala.

En la aplicación de estas normas en el interior de una ciudad se ha de vigilar, entre otros factores, al ángulo de incidencia de la luz, la separación con los edificios más próximos, la disposición de las ventanas y las características de la fachada de los edificios situados enfrente. Por ejemplo, es deseable que la separación entre edificios sea: S = 2H (≧ 27°), con lo que resulta un ángulo de abertura de ≧ 4° (delimitado por el edificio más próximo), hacia el cielo y aseguran que entre luz natural en el interior, → (40).

Los nuevos planteamientos urbanísticos exigen estudiar la calidad de la luz natural en los espacios interiores ya que, por lo general, las normas y ordenanzas sólo garantizan unos requisitos mínimos. Es aconsejable realizar un control visual de los espacios interiores y exteriores proyectados en una maqueta utilizando un sol o un cielo artificial, o mediante un aparato endoscópico.



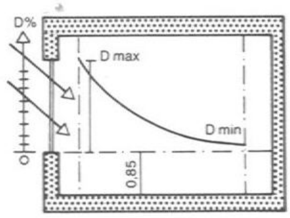
(40) Ángulo de incidencia de la luz y separación entre edificios → 🕮

Tipo de trabajo	Luz natural D %
impreciso	1,33
semi-preciso	2,66
muy preciso	5,00
preciso	10,00!
Nota: ¡10 % es demasiado elevado en la cara sur, pero es bueno en la cara norte!	

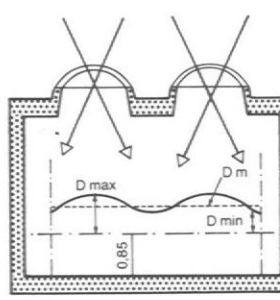
(41) Intensidad de iluminación D %

Claridad de los colores		Materiales sin tratamiento de color		Revestim. de suelo, láminas o planchas	
(de oscuro a claro)		(de oscuro a claro)		(de oscuro a claro)	
Rojo	0,1 a 0,5	Horm. visto	0,25-0,5	Oscuros	0,1-0,15
Amarillo	0,25-0,65	Fáb. vista		Semicl.	0,15-0,25
Verde	0,15-0,55	Lad. roj.	0,15-0,3	Claros	0,25-0,4
Azul	0,1-0,3	Lad. am.	0,3-0,45		
Marrón	0,1-0,4	Pied. calc.	0,5-0,6		
Blanco (medio)	0,7-0,75	Madera			
Gris	0,15-0,6	Oscuras	0,1-0,2		
Negro	0,05-0,1	Semicl.	0,2-0,4		
		Claras	0,4-0,5		

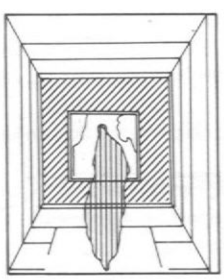
(42) Grado de reflexión (materiales con su color natural) → 🕮



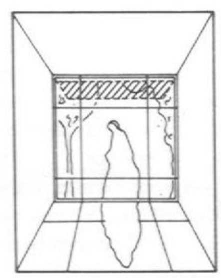
(43) Distribución de la luz lateral



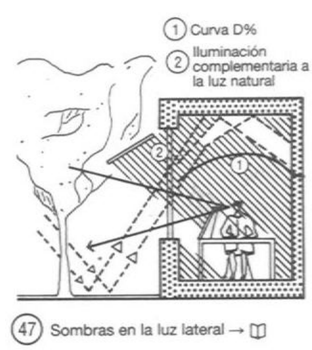
(44) Distribución de la luz cenital



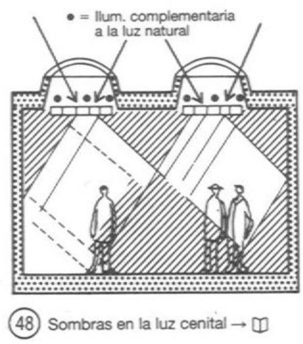
(45) Deslumbramiento



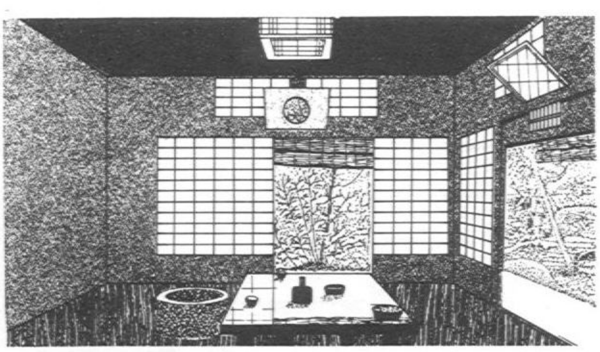
(46) Deslumbramiento reducido



(47) Sombras en la luz lateral → 🕮



(48) Sombras en la luz cenital → 🕮



(49) Situación lumínica en una vivienda japonesa → 🕮

Intensidad de iluminación, grado de reflexión, reproducción de colores y deslumbramiento

La acción conjunta de estas características de la luz natural influye en gran medida en el grado de claridad de un espacio interior. Para realizar determinadas tareas visuales se necesita una cierta intensidad de luz natural, → (41), por lo cual se ha de coordinar la elección de los grados de reflexión de las superficies que delimitan un espacio, con los requisitos necesarios para efectuar las correspondientes tareas visuales. La distribución de la claridad en el espacio depende directamente del grado de reflexión de las superficies y de la disposición de las ventanas en la fachada, → (42) y (35).
La uniformidad (U) de la luz natural en el interior debe ser en el caso de la iluminación lateral $U \geqq D_{mín}/D_{máx}$ 1:6, → (43), y en el caso de la cenital $U \geqq D_{min}/D_{máx}$ 1:2 → (44). La uniformidad es mayor cuando hay claraboyas, ya que la densidad de iluminación cenital es 3 veces mayor que la densidad en el horizonte.

Se puede modificar la uniformidad con las siguientes medidas:
— grado de reflexión (muy alto)
— dirigir la luz con lentes
— distribución de las ventanas

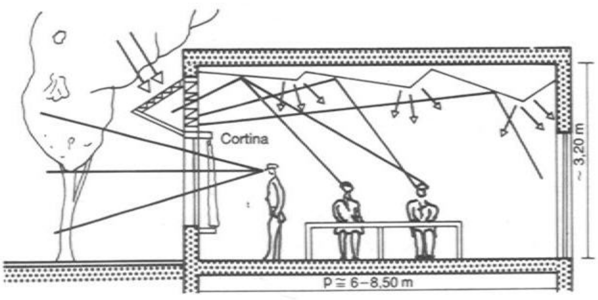
El deslumbramiento se debe a la reflexión directa e indirecta de las superficies y también a contrastes desfavorables en la densidad de iluminación → (45), → (46).
Medidas para evitar el deslumbramiento:
— protectores solares en el exterior
— protectores contra el deslumbramiento en el interior o en el exterior, junto a los protectores solares
— superficies mates
— correcta situación de la iluminación complementaria.

Las sombras son deseables, hasta un cierto grado, para poder diferenciar objetos en el espacio (→ (47), esquema).
Para lograr que unas sombras produzcan un efecto más bien plástico, se pueden tomar las siguientes medidas:
— protectores solares
— protectores contra el deslumbramiento (también en la cara norte)
— distribución equilibrada de la luz natural
— evitar el deslumbramiento directo
— fachada de varias capas, por ejemplo, escalonada.

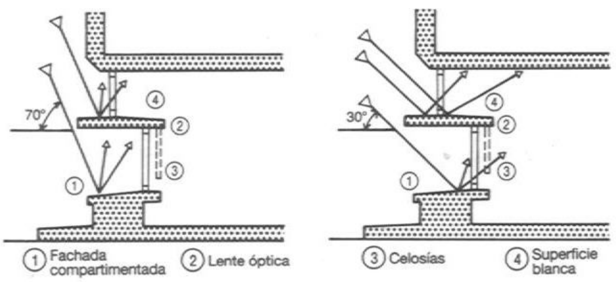
Medidas para una matización adecuada de la luz cenital:
— (→ (48), esquema) filtrar la luz incidente en el canto inferior del hueco, con materiales translúcidos, rejillas, o similares
— iluminación complementaria a la luz natural (TEB).
— Superficies claras y mates en combinación con colores diferenciados (por ejemplo, estructura portante).

Resumen: Criterios TL - Luz lateral

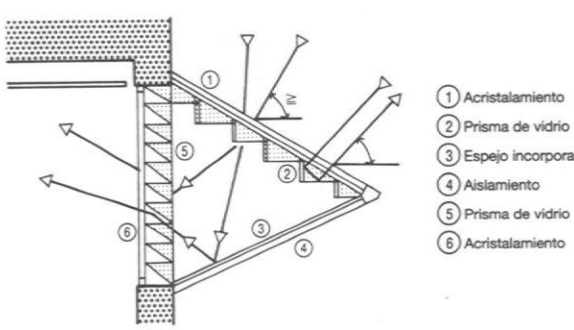
Para conseguir una identidad espacial, es importante aplicar los criterios citados para la luz natural. La distribución de la luz natural en el espacio interior y, al mismo tiempo, la posibilidad de tener vistas al exterior, dependen sobre todo del diseño de la fachada, es decir, de la transición entre interior y exterior. Una transición graduada, formada por varias capas, y al mismo tiempo transparente del interior al exterior puede satisfacer los diferentes requisitos en cuanto a luz natural, durante las cuatro estaciones del año. → (49)



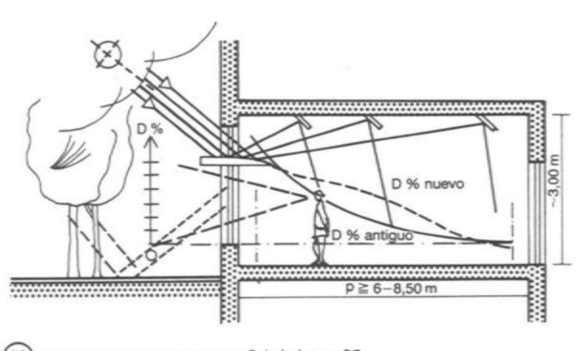
(50) Reflexión de los rayos de luz



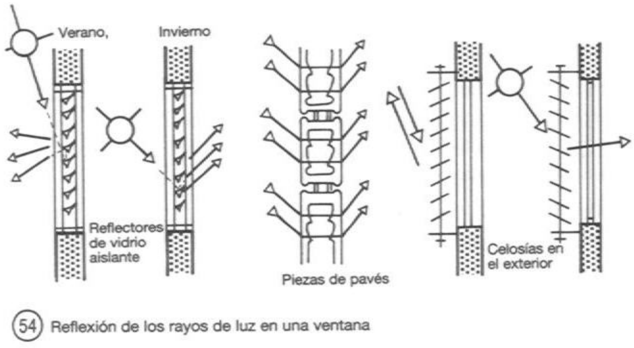
(51) Mount Airy Public Library, Carolina del Norte, EE UU → 📖



(52) Reflexión de los rayos de luz en un prisma



(53) Diseño del techo para que refleje la luz → 📖



(54) Reflexión de los rayos de luz en una ventana

Luz dirigida (luz lateral)
Al aumentar la profundidad de un espacio interior (normalmente 5 a 7 m), disminuye la intensidad de la luz natural (véase la curva de cocientes de luz natural); con la luz dirigida se pueden iluminar salas de gran profundidad de forma natural.
Bases - Orientar la luz
La reflexión de la luz se basa en el principio de que el ángulo de incidencia es igual al de reflexión. El objetivo de este cambio de dirección es: → (50)
— distribuir uniformemente la luz
— mejorar la luz natural en los espacios de gran profundidad
— evitar el deslumbramiento cuando el sol está más alto; aprovechar el sol de invierno
— dispersar la luz cenital, p. e., aprovechándola de forma indirecta
— cambiar la dirección de la radiación difusa
— no utilizar protector solar adicional (preferiblemente solo a través de árboles), solo protector contra el deslumbramiento en el interior

«Lightshelves» (Reflectores). Pueden colocarse delante o detrás de las ventanas; como superficies de reflexión pueden emplearse espejos y superficies pulidas o blancas. Mejoran notablemente la uniformidad de la iluminación, sobre todo, si se diseña un techo adecuado. En caso necesario se han de situar protectores contra el deslumbramiento entre los reflectores y el techo → (51).

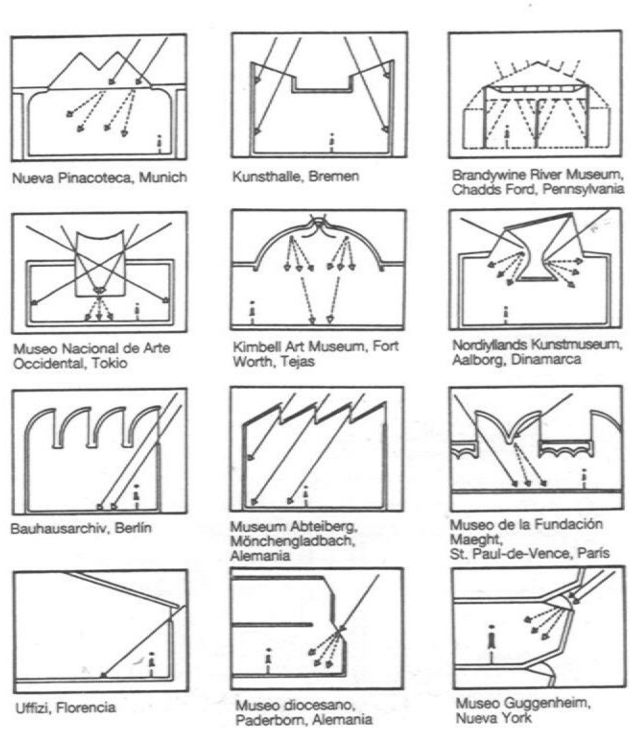
Prismas. Con prismas ópticos se puede conseguir una buena selección de la radiación, en cualquier dirección deseada → (52). Las planchas prismáticas reflejan la luz solar sin apenas desviaciones y sólo dejan pasar la luz celeste difusa. Para evitar que pasen los rayos solares, las planchas prismáticas tienen un espejo en su superficie. Garantizan luz natural suficiente hasta una profundidad aproximada de 8 m.

Vistas, dirección de la luz y protección al deslumbramiento
Dirigiendo la luz y diseñando adecuadamente el techo (como reflector) puede mejorar la iluminación de las salas profundas → (53). Las vistas al exterior se mantienen. La densidad de iluminación cenital ya no provoca deslumbramiento, que sólo en invierno necesitará un protector. Algunas veces se han de situar luces complementarias en los reflectores.

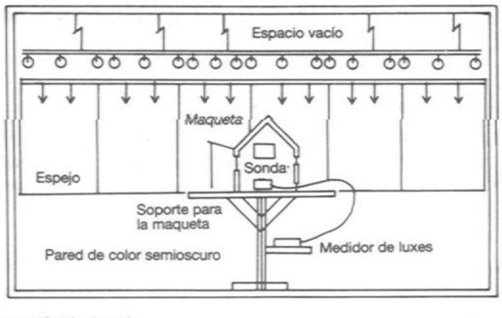
Vidrios de protección solar, pavés, celosías (54):
— Vidrio de protección solar: los espejos reflectores (fijos) situados entre las hojas de vidrio reflejan la luz en verano y la transmiten en invierno.
— Pavés: pulidos en forma prismática aumentan la uniformidad de la luz.
— Celosías: las celosías móviles de color claro, situadas en el exterior, orientan la luz natural.

En los museos hay ejemplos de cómo dirigir la luz desde el techo → (55).

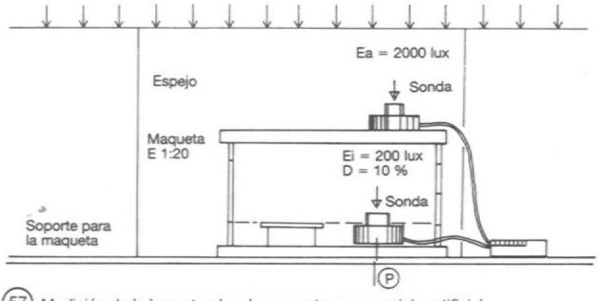
Alumbrado
Iluminación
Vidrio



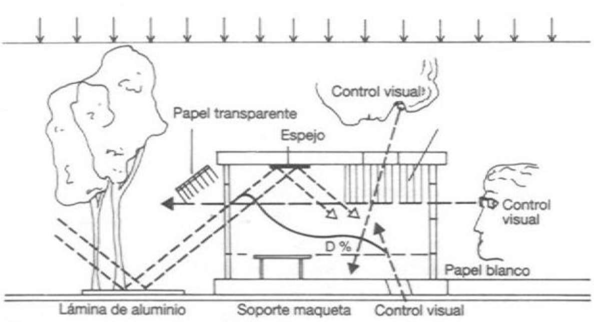
(55) Reflexión de los rayos de luz en claraboyas (ejemplos de museos) → 📖



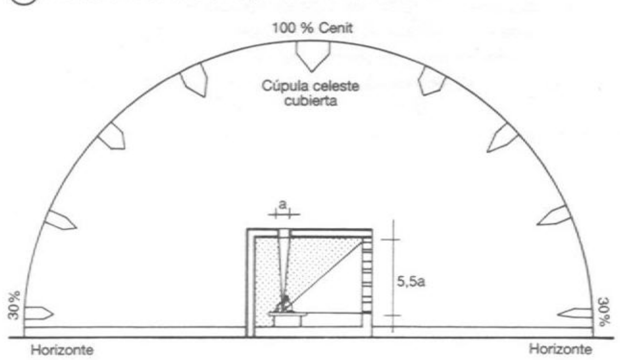
(56) Cielo artificial, ejemplo



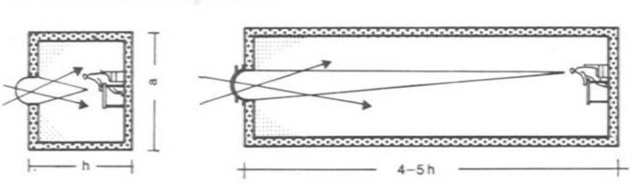
(57) Medición de la luz natural en la maqueta, con un cielo artificial



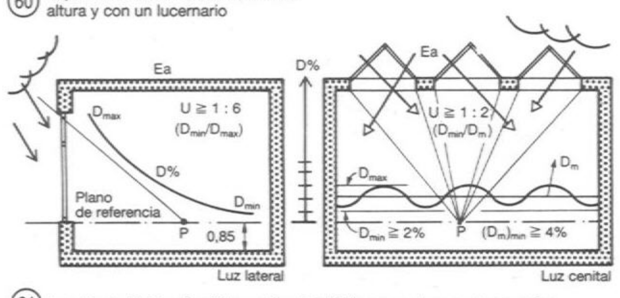
(58) Análisis lumínico de una maqueta, con un cielo artificial



(59) Espacio con acristalamiento vertical y cenital, en función de la distribución de la intensidad de iluminación cenital



(60) Espacio de forma cúbica de 3 m de altura y con un lucernario



(61) Luz diurna (D % y Dm %) y uniformidad (U) para ventanas y lucernarios

Métodos para calcular la luz natural (D %) en espacios interiores (ventanas y lucernarios), con el cielo cubierto

Para calcular la luz natural existen varios métodos: matemáticos, gráficos, con ordenadores y con aparatos de medición directa. Para obtener más información sobre los porcentajes (DH, DV y DR) de luz natural en un espacio interior se puede consultar la norma DIN 5034. Es aconsejable antes de tomar decisiones sobre el «espacio a construir», realizar una simulación aproximada de las condiciones de iluminación natural, mediante dibujos o maquetas.

Como la luz natural sólo puede valorarse y calcularse en tres dimensiones, se ha de analizar una maqueta del espacio o del edificio en la que se simulen los diferentes efectos de la luz natural.

Método experimental: un espacio con un techo suspendido (mate, translúcido y claro), sobre el que se sitúa una iluminación artificial y un espejo circundante (horizonte) encima de las paredes de delimitación, simula el efecto real que produce un cielo al aire libre uniformemente cubierto, → (56).

Una intensidad lumínica de aprox. 2000 a 3000 lux es suficiente. En la maqueta (E 1:20) puede medirse con un sensor adecuado la intensidad lumínica del cielo artificial en el exterior (Ea = 2000 lux). Con la sonda se mide la intensidad lumínica existente en el interior de la maqueta (Ei, por ejemplo, 200 lux), por lo tanto, el cociente de luz natural en % existente en el punto P es del 10 %. Con este método se puede averiguar la distribución de luz natural en la maqueta, → (57).

Con diferentes materiales se puede influir, por ejemplo, en la distribución de la luz natural, la intensidad lumínica, los efectos de color, etc. Para experimentar en la maqueta los efectos de la luz natural son importantes los siguientes materiales: cartones o papeles de diferente color, preferiblemente de tonos pastel; papel transparente como protección del deslumbramiento y, para producir una radiación difusa, láminas de aluminio que simulen espejos o materiales brillantes, → (58).

Luz natural en espacios interiores con lucernarios

La iluminación de espacios interiores con luz natural desde «arriba» se basa en las mismas condiciones que los espacios con ventanas en las paredes, es decir, con cielo cubierto.

Mientras que con la luz lateral se consigue una uniformidad relativamente mala (a esto se debe también que los requisitos de D % sean mayores), con los lucernarios ocurre lo contrario. La calidad de la luz natural que entra cenitalmente depende de: densidad de la iluminación cenital, proporciones del espacio interior, luz natural, forma del lucernario y determinados factores de reducción. El lugar de trabajo → (59) en un espacio se encuentra a la misma distancia de la ventana que del lucernario situado sobre él. Si a través de la ventana se ha de conseguir la misma intensidad de luz en el plano de referencia (situado a 0,85 m sobre el canto superior del suelo), el acristalamiento vertical ha de ser 5,5 veces mayor que el hueco practicado en el techo.

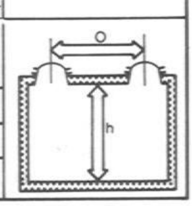
Justificación: la densidad de iluminación cenital es 3 veces más elevada que la existente en el horizonte. Es decir, que el 100 % de la luz del cielo incide en el lucernario, mientras que en las ventanas solo lo hace el 50 %.

La iluminación de un espacio «desde arriba» depende de las proporciones interiores, es decir, de la longitud, anchura y altura → (60). Se ha de evitar el efecto de cueva que puede aparecer en algunas ocasiones.

Criterios para dimensionar los lucernarios

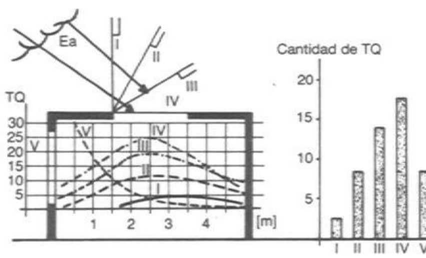
La distribución de la luz natural (D %) en espacios interiores con ventanas laterales se denomina D_{min} y $D_{máx}$ → (61). En un espacio interior con lucernarios se exige una uniformidad de U ¡≧ 1 : 2 ($D_{mín}/D_m$)! y un $D_{mín}$ ≧ 2 % incluso en oficinas $(D_m)_{mín}$ ¡≧ 4 %! → (61).

→ 📖

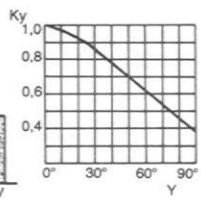
Relación $D_{mín}$: $D_{máx}$	Recomendación	Valores de ke = O/h 90°	60°	45°	O = h · ke
casi 1:1	Óptimo	< 1 . . . 1,1			
1:1,5		1,2	1,3	1,4	
1:2	Aceptable	1,4	1,5	1,7	
1:2,5	Crítico	1,6	1,8	2,0	
1:3	A evitar	1,7	2,0	2,2	

Separación entre lucernarios, altura del espacio interior y uniformidad de iluminación a conseguir, teniendo en cuenta el diseño de los correspondientes lucernarios en la cubierta (factor ke) → 📖

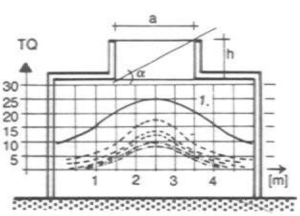
(62) Valores recomendados para la relación entre $D_{mín}$ y $D_{máx}$



(63) a Comparación entre la distribución y la cantidad de luz natural en ventanas y lucernarios, con cuatro pendientes diferentes de abertura → 📖

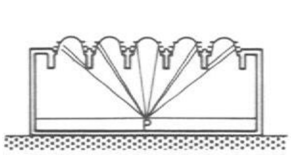


(63) b Factor de reducción ky en función de la inclinación y del acristalamiento en cubiertas de diente de sierra → 📖

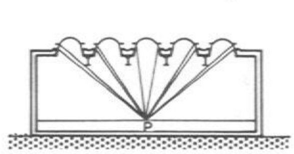


(64) —— h = O · - - - h = a · –·–· h = 2a

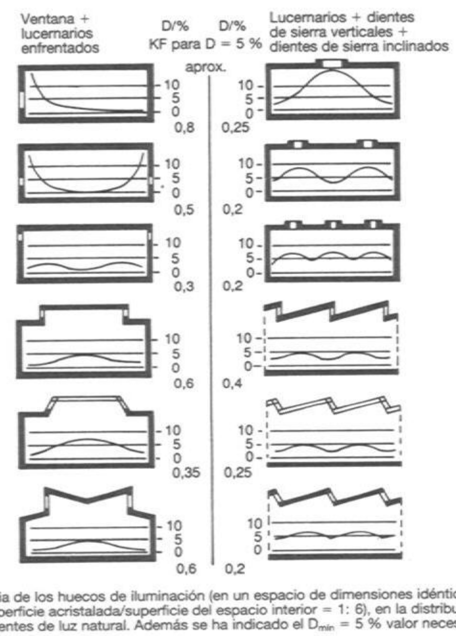
1. Para un lucernario horizontal sin caja h=0 (———)
2. Para un lucernario con caja h = a (– – –)
3. Para un lucernario con caja h = 2a (–·–) → 📖



(65) A. Disminución de la cantidad de luz natural en lucernarios con una caja especialmente profunda o con una estructura maciza debajo → 📖



B. Iluminación uniforme del espacio interior, y con ello mejores condiciones de iluminación natural, en el caso de lucernarios con una estructura ligera y reflectante debajo



(66) Influencia de los huecos de iluminación (en un espacio de dimensiones idénticas, k_F = superficie acristalada/superficie del espacio interior = 1: 6), en la distribución de los cocientes de luz natural. Además se ha indicado el $D_{mín}$ = 5 % valor necesario de k_F → 📖

Lucernarios

Los lucernarios, dispuestos puntualmente en una cubierta, producen una claridad máxima y mínima en el plano útil; el valor medio entre estos dominios de «claro-oscuro», calculado matemáticamente, se denomina cociente medio de luz natural D_m.

Por lo tanto D_m es la media aritmética entre $D_{mín}$ y $D_{máx}$ referido a un plano de referencia situado a 0,85 m por encima del canto superior del suelo. De esta manera la uniformidad U ≧ 1:2 no se refiere a $D_{máx}$, sino a $D_{mín}$, ya que las desigualdades de la luz natural cenital se perciben psicológicamente «con mayor fuerza que un contraste». Dada esta uniformidad ($D_{mín}$ = 1 y D_m = 2) $D_{mín}$ ≧ 2 % → (61)

Los requisitos a satisfacer en la transmisión de la luz natural de forma cenital también dependen de los siguientes factores: altura del espacio y disposición de los huecos (factor ke).

Se alcanza una uniformidad ideal cuando la separación entre los lucernarios (L) responde a la altura del espacio (h), es decir, cuando están aproximadamente en relación 1:1 entre sí.

En la práctica vale la regla siguiente: la relación entre la separación de los lucernarios y la altura del edificio deberá estar comprendida entre 1:1,5 y 1:2, → (62), donde se muestra una tabla de la que pueden obtenerse estas relaciones y el efecto que producen. Tambien se incorpora una recomendación sobre el diseño de las cajas de los lucernarios.

Tipos de lucernarios y sistemas de construcción.

La pendiente de los huecos de los lucernarios determina el porcentaje lumínico de la cúpula celeste recortada. En → (63)a, se compara la cantidad de luz incidente en una ventana vertical con la cantidad de luz incidente en un lucernario, en función de su inclinación. Con una abertura horizontal se consigue captar la máxima cantidad de luz posible.

En cambio, la máxima intensidad de iluminación en una abertura vertical sólo se alcanza en las inmediaciones de la misma; en un lucernario cuyo acristalamiento sea vertical, la menor intensidad de iluminación se alcanza en el plano de referencia.

Por consiguiente, aparece un factor de reducción (ky) para la cantidad de luz incidente, en función de la inclinación del acristalamiento. En → (63)b, se dan los valores del factor de reducción ky para lucernarios con diferente inclinación. → 📖

La radiación difusa incidente en el lucernario, antes de suministrar luz natural al espacio interior, también se ve afectada por la profundidad de la caja del lucernario. En → (64) se demuestra la diferencia de luz incidente al variar las proporciones de la caja, situada por debajo de la cara superior del lucernario. Por ello, deben evitarse las cajas excesivamente profundas y macizas, → (65)A y, en cambio, es recomendable una construcción ligera y reflectante, → (65)B.

La calidad de la luz natural en espacios interiores con lucernarios no sólo depende de los parámetros citados antes; también es decisiva la relación entre la superficie total de los lucernarios y la superficie en planta del espacio interior (factor k_F).

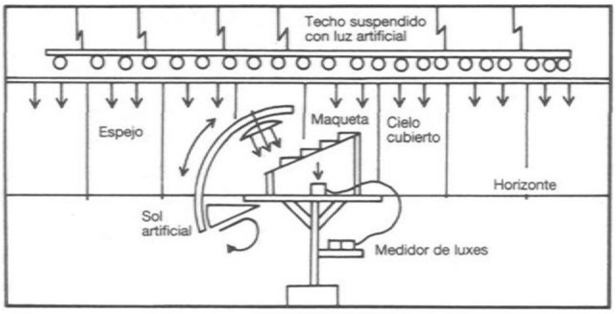
En → (66) se muestra una superposición comparativa entre las ventanas verticales y los lucernarios horizontales.

Para aumentar un 5 % los cocientes de luz natural en las ventanas verticales y en los lucernarios situados sobre ellas, se ha de elevar considerablemente la proporción de ventanas, por ejemplo, hasta una relación de 1:1,5. En cambio, para conseguir el mismo incremento de iluminación, basta con aumentar ligeramente la superficie de los lucernarios, especialmente debajo de las cubiertas en diente de sierra. En este caso, basta con una relación entre 1:4 y 1:5. (Relación entre superficie de lucernarios y superficie en planta del espacio interior.)

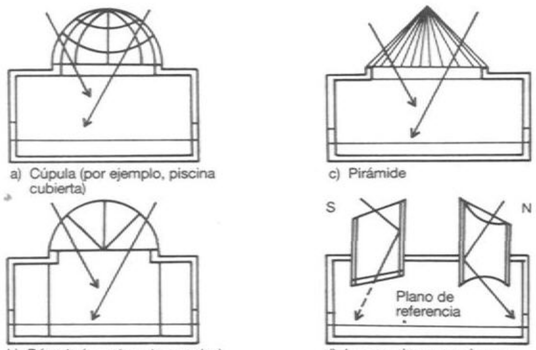
Otros factores de reducción para lucernarios:

τ = factor de transmisión del acristalamiento
k1 = carpintería, tipo de construcción
k2 = suciedad del acristalamiento
k3 = iluminación difusa

→ 📖

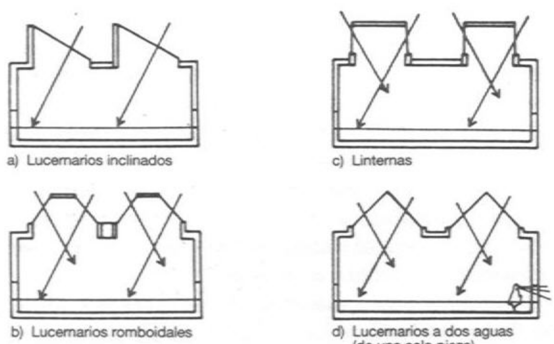


(67) Cielo y sol artificiales



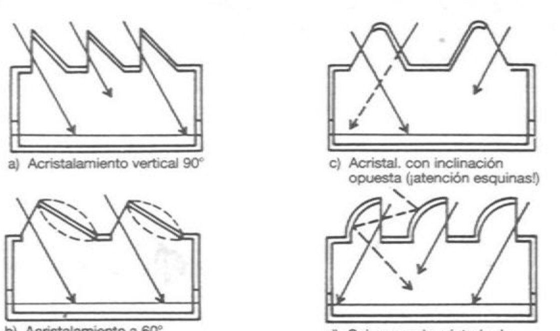
a) Cúpula (por ejemplo, piscina cubierta)
b) Bóveda (por ejemplo, pasajes)
c) Pirámide
d) Lucernarios con caja para luz directa e indirecta

(68) Huecos especiales de gran tamaño



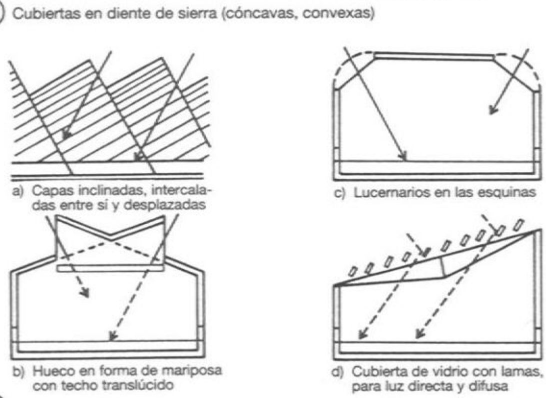
a) Lucernarios inclinados
b) Lucernarios romboidales
c) Linternas
d) Lucernarios a dos aguas (de una sola pieza)

(69) Huecos continuos en la cubierta



a) Acristalamiento vertical 90°
b) Acristalamiento a 60° (cóncavo, convexo)
c) Acristal. con inclinación opuesta (¡atención esquinas!)
d) Caja curvada, pintada de blanco en el exterior

(70) Cubiertas en diente de sierra (cóncavas, convexas)

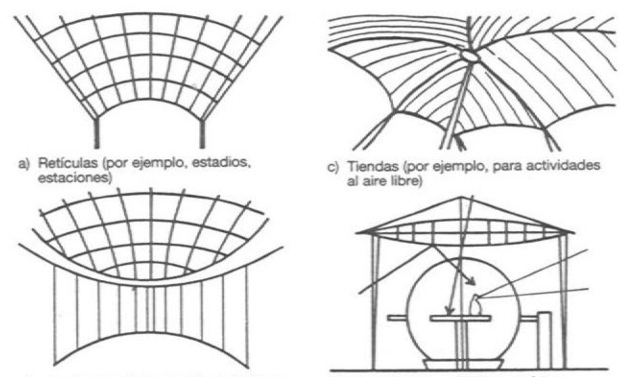


a) Capas inclinadas, intercaladas entre sí y desplazadas
b) Hueco en forma de mariposa con techo translúcido
c) Lucernarios en las esquinas
d) Cubierta de vidrio con lamas, para luz directa y difusa

(71) Formas especiales

Valoración empírica de la calidad de la luz natural en los lucernarios

La valoración definitiva de la calidad de la luz natural se ha de efectuar con el cielo cubierto. Sin embargo, en los lucernarios, además de la radiación solar difusa, incide también la radiación directa. Estas condiciones lumínicas variables deben simularse, tanto bajo el cielo, como bajo un sol artificial. En este caso los criterios que ha de satisfacer la luz natural se han de juzgar ocularmente, con especial cuidado, en la maqueta → (67).
Elemento a proyectar: lucernario → (68) – (72) → compárese → (55)
— Los lucernarios no deben orientarse al sur
— Transformar la radiación solar incidente, en radiación difusa
— Respetar los criterios que ha de satisfacer la luz natural
— Evitar los contrastes lumínicos fuertes
— Vigilar la distribución de Dm
— Iluminar todas las esquinas y superficies de delimitación del espacio
— Evitar el deslumbramiento, aspirar a unas sombras más bien plásticas
— Diferenciar lumínicamente las superficies de delimitación entre sí.

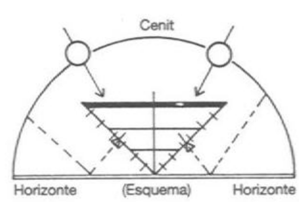


a) Retículas (por ejemplo, estadios, estaciones)
b) Membranas (por ejemplo, pabellones polideportivos)
c) Tiendas (por ejemplo, para actividades al aire libre)
d) Espacio transparente con vistas orientadas y luz direccional

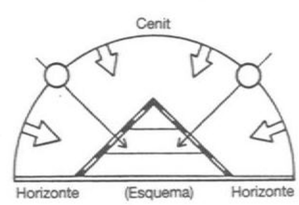
(72) Huecos de gran tamaño con formas representativas

Luz lateral y luz cenital

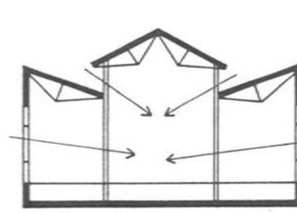
La elección de luz lateral o cenital depende tanto de la utilización como de la función del edificio, así como de las fuentes exteriores de luz existentes, es decir, de la situación geográfica. Por ejemplo, para unas condiciones lumínicas o climáticas extremas se han de diseñar las correspondientes formas arquitectónicas, →(73) + (74)
En nuestras latitudes, las formas de los edificios deben diseñarse teniendo en cuenta las condiciones lumínicas existentes, luz solar directa y difusa, → (75) + (76). Gunnar Birkets ha construido en Estados Unidos algunos edificios, en los que ha primado el tema de la luz lateral, cenital, carga térmica y transmisión de la luz, y que son verdaderos ejemplos para la solución de estas situaciones conflictivas → 📖.
Alvar Aalto ha construido, sobre todo, en Escandinavia (alto porcentaje de luz difusa) algunos conjuntos arquitectónicos ejemplares → 📖.



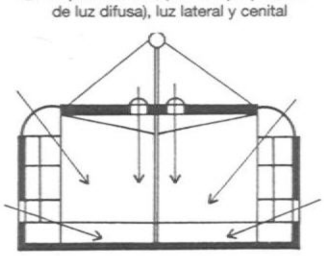
(73) Edificios a proyectar en regiones meridionales (elevada radiación solar), luz lateral



(74) Edificios a proyectar en regiones septentrionales (elevada proporción de luz difusa), luz lateral y cenital



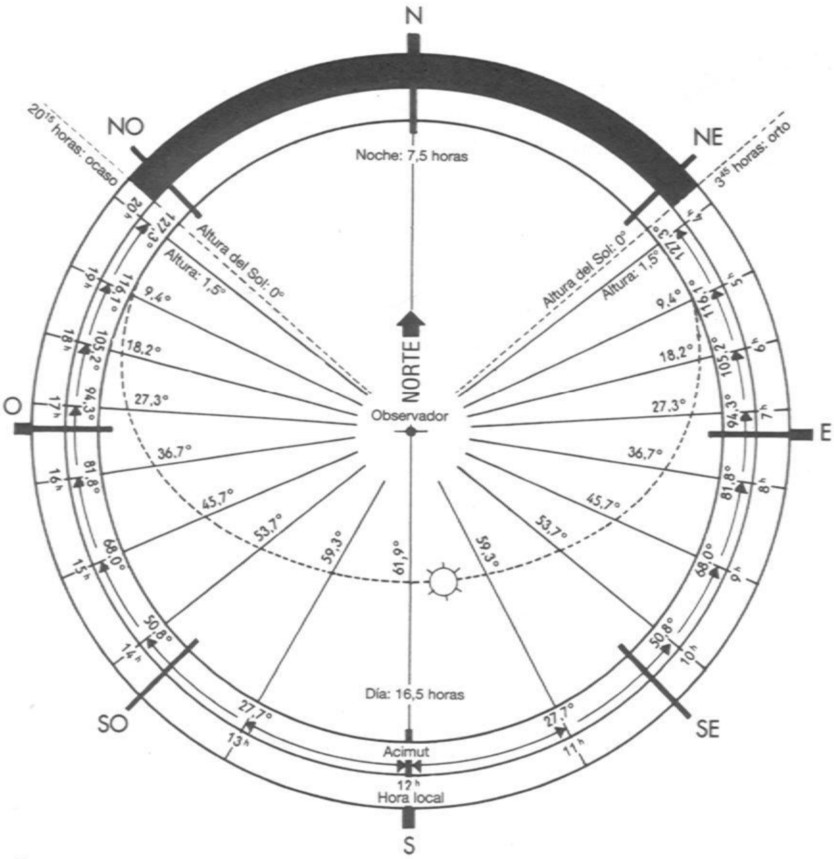
(75) Posibilidad de luz cenital y lateral



(76) Luz cenital y lateral. Las superficies que delimitan el espacio se han separado entre sí

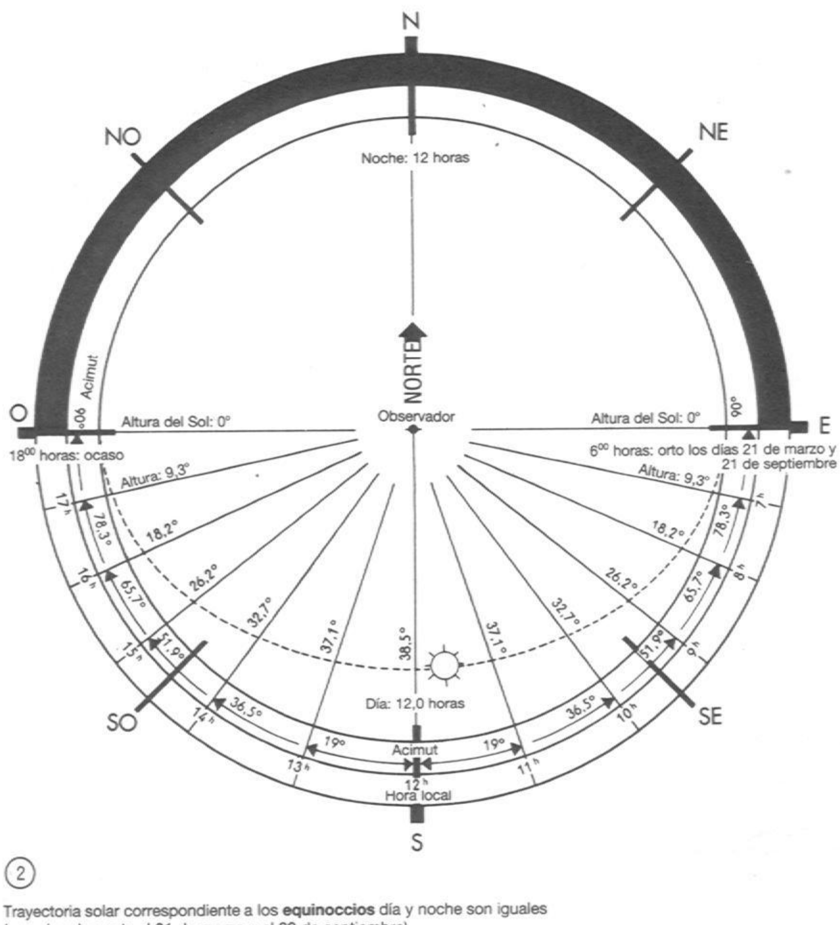
ASOLEO

Cálculo del asoleo en los edificios según H.B. Fisher - W. Kürte → 🕮



1

Trayectoria solar correspondiente al **solsticio de verano**, el día más largo del año (aproximadamente el 21 de junio)
Latitud 51,5° N (Dortmund-Halle)



2

Trayectoria solar correspondiente a los **equinoccios** día y noche son iguales (aproximadamente el 21 de marzo y el 23 de septiembre)

Aplicación

Con el método que se explica a continuación puede conocerse inmediatamente la insolación en cualquier edificio proyectado, basta colocar el gráfico circular que reproduce la trayectoria solar, según la orientación correspondiente, debajo del papel transparente en el que se haya dibujado el proyecto. Las trayectorias del sol dibujadas corresponden a una latitud de 51,5° N (Dortmund-Göttingen-Halle-Militsch).

Para el sur de Alemania, situado a una latitud de 48° N (Freiburg i.B.-Munich-Salzburgo-Viena) deben sumarse 3,5° a las alturas del Sol reseñadas.

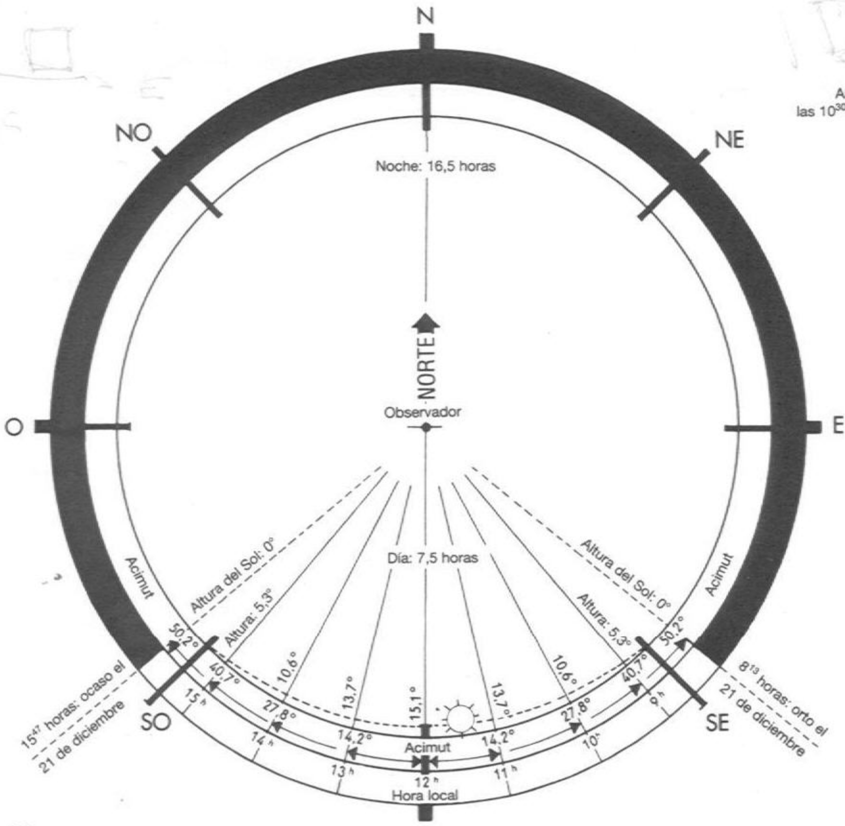
Para el norte de Alemania, situado a una latitud de 55° N (Flensburgo-Bornholm-Königsberg) se han de restar 3,5° a las alturas del Sol reseñadas. Los grados inscritos en el segundo anillo (empezando desde el exterior) se refieren al «acimut», que es el ángulo con el que se mide el movimiento aparente del Sol desde el Este hacia el Oeste, en su proyección sobre un plano horizontal. Las horas locales indicadas en el círculo exterior coinciden con la hora oficial, en aquellos lugares situados sobre el meridiano 15° E (Görlitz-Stargard-Bornholm = meridiano de la hora centroeuropea). En los lugares situados más al este, se han de restar a la hora indicada 4 minutos por cada grado de separación y para los situados más al oeste, se han de sumar a la hora indicada 4 minutos por cada grado de diferencia. Por consiguiente, la hora local en Potsdam, que se encuentra en el meridiano 13° E, se retrasa 8 minutos respecto a la hora oficial.

Tiempo de asoleo

El posible tiempo de asoleo es bastante parecido en los días que van del 21 de mayo al 21 de julio = 16 a $16^3/_4$ horas y del 21 de noviembre al 21 de enero = $8^1/_4$ a $7^1/_2$ horas. Durante los meses intermedios, las horas de sol varían casi 2 horas por mes. El asoleo real, debido a la existencia de nubes y niebla, apenas llega al 40 % del asoleo posible. El grado de eficacia varía mucho de un lugar a otro; en Berlín las condiciones climáticas son especialmente buenas (en julio casi 50 %, mientras que en Stuttgart es del 35 %). Se puede obtener una información más precisa consultando al Servicio Meteorológico Nacional.

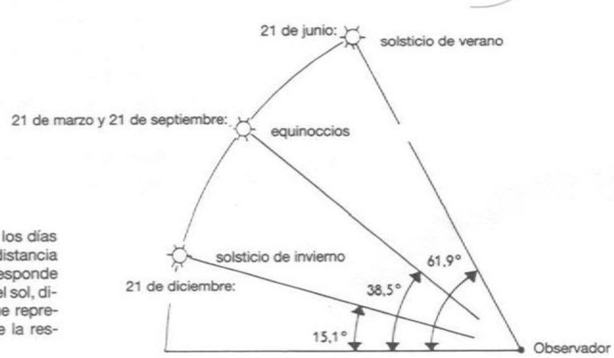
Sol y calor

La temperatura ambiente al aire libre depende de la posición del Sol y de la capacidad de liberación térmica del suelo. Por este motivo, la curva de calor tiene un retraso de aproximadamente 1 mes, respecto a la curva correspondiente a la altura del Sol a lo largo del año. Por eso, el día más caluroso del año no es el 21 de junio, sino alguno de la última semana de julio; y el día más frío del año no es el 21 de diciembre, sino alguno de la última semana de enero. Evidentemente, también en este caso, hay grandes diferencias de un lugar a otro.



(1)

Trayectoria solar correspondiente al **solsticio de invierno** el día más corto del año (aproximadamente el 21 de diciembre) Latitud 51,5° N (Dortmund-Halle)

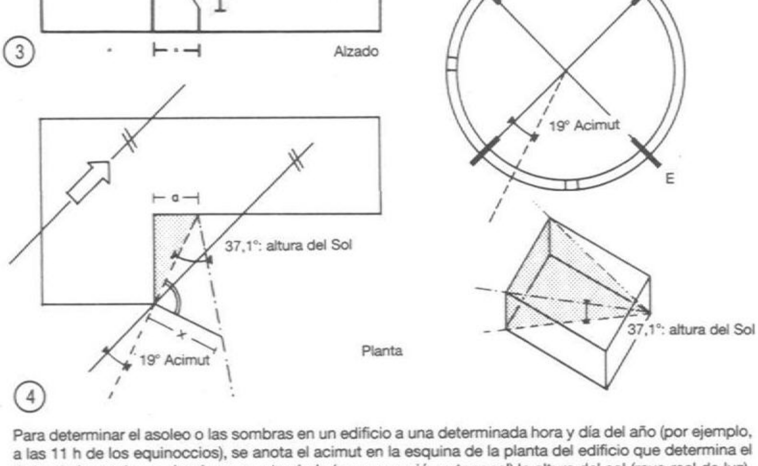


(2)

Posiciones del sol a las 12 h en los días más característicos del año. La distancia entre el sol y el observador corresponde al radio interior de la trayectoria del sol, dibujada a puntos en el gráfico que representa la proyección en planta de la respectiva altura del sol.

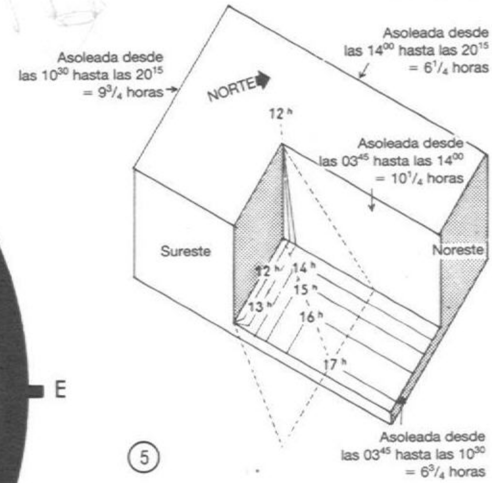


(3)



(4)

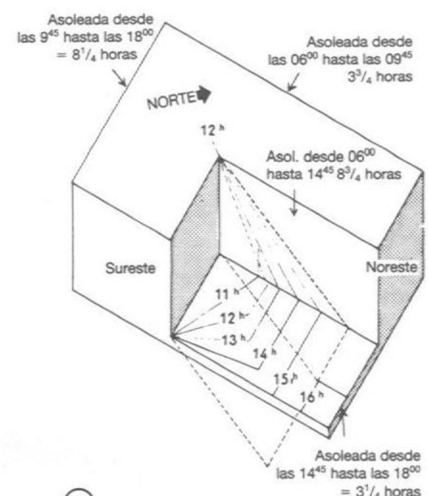
Para determinar el asoleo o las sombras en un edificio a una determinada hora y día del año (por ejemplo, a las 11 h de los equinoccios), se anota el acimut en la esquina de la planta del edificio que determina el límite de la sombra, sobre la que se traslada (en proyección ortogonal) la altura del sol (rayo real de luz). El segmento x, obtenido perpendicularmente al límite de la sombra en planta, una vez trasladado al alzado se define en el alzado —en unión con el canto superior de la sombra en el edificio— el límite de la zona en sombra



(5)

Solsticio de verano

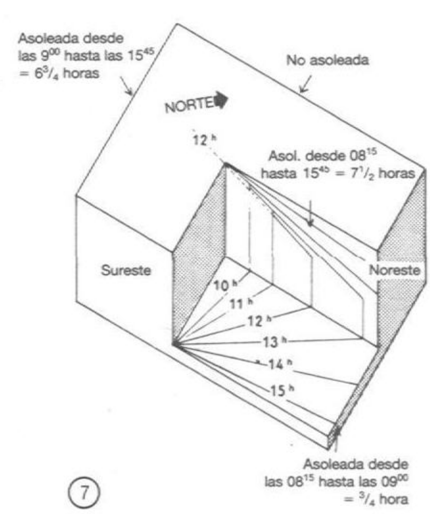
Poco después de las 11 h, empiezan las sombras en la cara norte; poco después de las 13 h también la cara sureste se encuentra en sombra. Las fachadas restantes empiezan a estar soleadas a las horas correspondientes



(6)

Equinoccios

La fachada noreste empieza a estar en sombra poco después de las 10 horas; la cara sureste poco antes de las 15 horas



(7)

Solsticio de invierno

La cara noreste apenas recibe sol durante una hora; la cara sureste empieza a estar en sombra poco después de las 15 horas

CÚPULAS TRANSPARENTES

Para iluminar y ventilar locales, pabellones, cajas de escaleras, etc., se pueden utilizar cúpulas, claraboyas, casetones transparentes o translúcidos, válvulas para salida de humos y celosías con elementos fijos y móviles, que pueden ser de plexiglás termorreflectante. Si las cúpulas transparentes se orientan al norte, se evita la entrada directa de rayos solares y, por consiguiente, el posible deslumbramiento → ④. También la mayor o menor altura del zócalo condiciona la inclinación de los rayos directos de sol y por lo tanto el deslumbramiento → ①. Las claraboyas con abertura de ventilación han de orientarse en sentido opuesto a la dirección del viento dominante, para aprovechar la succión del viento. La abertura de entrada ha de ser un 20 % más pequeña que la de salida. Mediante una ventilación forzada con ventiladores situados en el zócalo puede alcanzarse una potencia de extracción de 150 a 1000 m^3/h → ②. Las cúpulas transparentes también pueden utilizarse como acceso a la cubierta.

En las instalaciones de extracción de humos debe prestarse especial atención a la aerodinámica de la superficie de extracción. Girando los extractores cíclicamente 90°, se cubren las influencias del viento en todas las direcciones. La disposición sotavento-barlovento debe emplearse cuando las parejas de ventiladores se colocan a favor o en contra de la dirección dominante del viento.

En las cajas de escaleras de más de cuatro pisos se exigen aberturas para la extracción de humos.

Diferentes medidas de lucernarios, sin necesidad de construir elementos especiales, hasta 5,50 m y en casos especiales hasta 7,50 m.

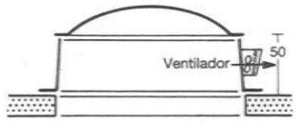
Existen diferentes sistemas de iluminación cenital que ofrecen una iluminación difusa, sin deslumbramiento, del espacio interior → ⑭. Las claraboyas tipo «shed» con hilaza de vidrio, garantizan todas las ventajas de las naves con este tipo de cubierta → ⑬. Las cubiertas planas convencionales pueden transformarse en cubiertas «shed» mediante superposiciones especiales → ⑭.



Con un zócalo fijo y ventilable

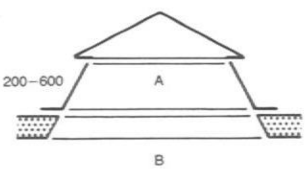
60 × 60 80 × 80 90 × 90 1,00 × 1,00 1,00 × 2,00 1,20 × 1,20 1,20 × 1,80	1,20 × 2,40 1,25 × 2,50 1,50 × 1,50 1,50 × 1,80 1,50 × 2,40 1,80 × 1,80	1,80 × 2,40 1,80 × 2,70 1,80 × 3,00 2,20 × 2,20 2,50 × 2,50
Claraboyas circ.: Ø 60, 90, 100, 120, 150, 180, 220, 250		

① Claraboya «normal»



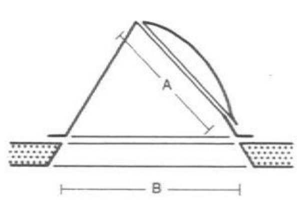
50 × 1,00	1,00 × 1,00	1,20 × 1,50
50 × 1,50	1,00 × 1,50	1,20 × 2,40
60 × 60	1,00 × 2,00	1,50 × 1,50
60 × 90	1,00 × 2,50	1,50 × 3,00
90 × 90	1,00 × 3,00	1,80 × 2,70

② Claraboya con zócalo alto



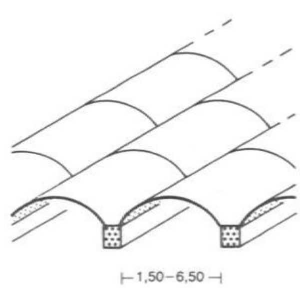
A	B	A	B
40	60 × 60	1,60	1,80 × 1,80
70	90 × 90	1,70	2,00 × 2,00
80	1,00 × 1,00	2,20	2,00 × 2,20
1,00	1,20 × 1,20	2,30	2,50 × 2,50
1,30	1,50 × 1,50	2,40	2,70 × 2,70

③ Claraboya piramidal

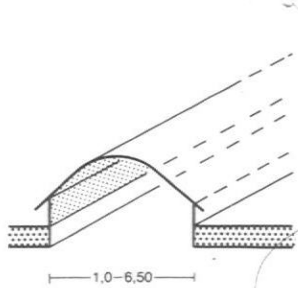


A = Paso de luz	B = Hueco forjado
72 × 1,20 × 1,08	1,25 × 1,25
72 × 2,45 × 2,30	1,25 × 2,50
75 × 1,16 × 76	1,50 × 1,50

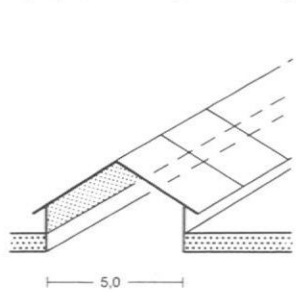
④ Claraboya orientada al norte



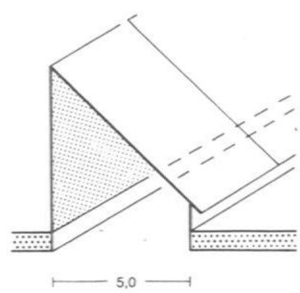
⑤ Banda de iluminación cenital



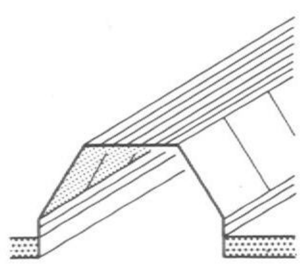
⑥ Lucernario abovedado



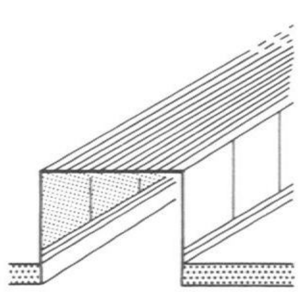
⑦ Lucernario a dos aguas



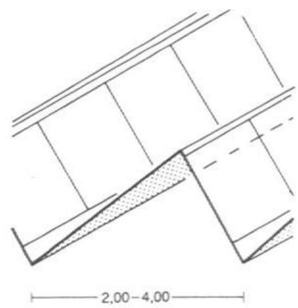
⑧ Lucernario de pendiente única



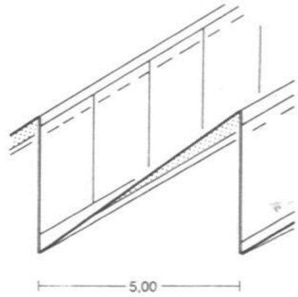
⑨ Linterna con aberturas inclinadas



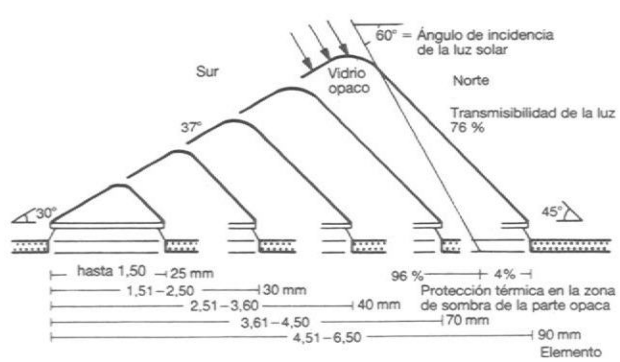
⑩ Linterna vertical



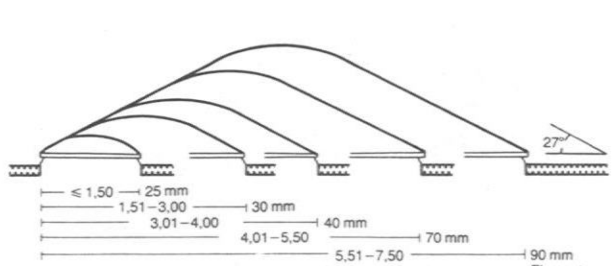
⑪ «Shed» a 60°, «shed» inclinado



⑫ «Shed» a 90°, «shed» vertical



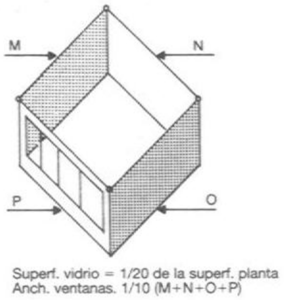
⑬ Lucernario tipo «shed» de planchas de poliéster reforzado con fibra de vidrio



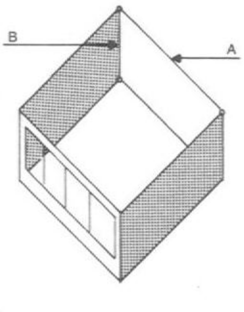
⑭ Elementos de dos capas para lucernarios

Puertas
Ventanas

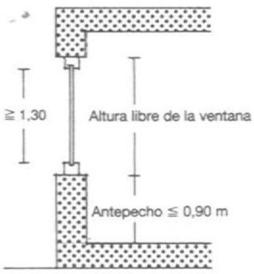
→ 📖



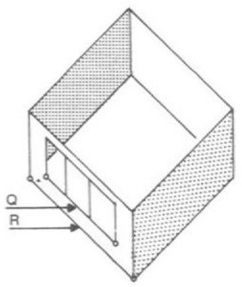
(1) Tamaño de las ventanas en edificios industriales



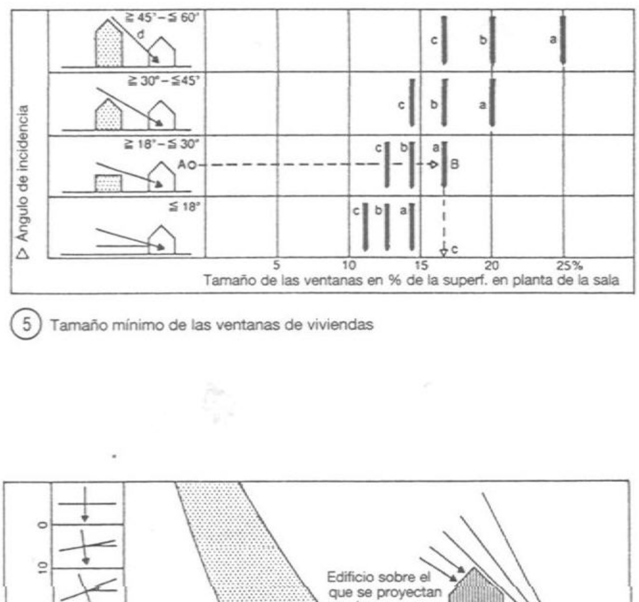
(2) Tamaño de las ventanas ≧ 0,3 A×B



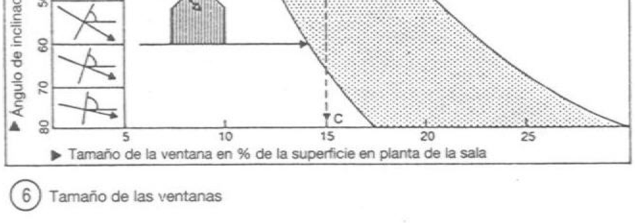
(3) Sección por la fachada



(4) Anchura de la ventana Q ≧ 0,5R



(5) Tamaño mínimo de las ventanas de viviendas



(6) Tamaño de las ventanas

Las ventanas son un elemento imprescindible para iluminar un espacio interior con luz natural. Por este motivo las aberturas para conseguir luz natural han sido un elemento estilístico importante en la evolución de la arquitectura; desde las ventanas con arco de medio punto del Románico hasta las ventanas barrocas, rodeadas por una rica ornamentación. En los países europeos situados al norte de los Alpes, las ventanas poseen unas características específicas: en oposición a los países mediterráneos, con unas condiciones climáticas más favorables, en el norte, la vida diaria se desenvolvía sobre todo en el interior y, como la iluminación artificial era cara e incluso inaccesible para gran parte de la población, la utilización del espacio interior estaba vinculada a una buena iluminación natural.

Todo lugar de trabajo necesita una ventana en contacto con el exterior.

La superficie transparente de la ventana ha de equivaler al menos a 1/20 de la superficie en planta de la sala de trabajo.

La anchura total de todas las ventanas ha de equivaler al menos a 1/10 de la anchura total de todas las paredes = 1/10 (M+N+O+P) → (1)

Todo lugar de trabajo necesita una ventana de contacto.

En las salas de trabajo de más de 3,5 m de altura, la superficie transparente de la ventana ha de equivaler al menos al 30 % de las paredes exteriores: ≧ 0,3 A×B → (2)

Para las salas con dimensiones similares a las de una vivienda vale lo siguiente:

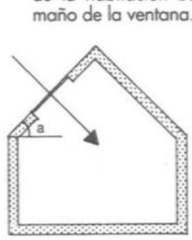
Altura mínima de la superficie de vidrio 1,3 m. → (3)

Ejemplo → (5)

A Vivienda. Ángulo de incidencia de la luz: 18° – 30°.
B Tamaño mínimo de las ventanas en la sala de estar.
C El 17 % de la superficie de la sala de estar es suficiente para la superficie total de ventanas.
La pendiente de la cubierta es conocida. Un lucernario, pendiente 0°, sólo necesita el 20 % de superficie de una ventana vertical (pendiente 90°), para que entre la misma cantidad de luz en un espacio, sin embargo con el lucernario se eliminan las vistas.
Las ventanas son el punto débil del aislamiento térmico. Por este motivo es conveniente conseguir una iluminación correcta de un espacio con una superficie reducida de ventanas, siempre y cuando no se reduzca la ganancia térmica a través de las ventanas.
Además del tamaño e inclinación de las ventanas, también juega un papel importante el emplazamiento del edificio.
A igualdad de superficie de ventanas, un edificio aislado dejará entrar más luz que uno situado en el centro de una ciudad.

Ejemplo → (6) – (7)

A Pendiente de una ventana en la cubierta: 40°
B No se trata de un edificio aislado, pero apenas recibe sombras de otras edificaciones.
C El 10 % de la superficie en planta de la habitación basta como tamaño de la ventana.



(7) Ventana en la cubierta

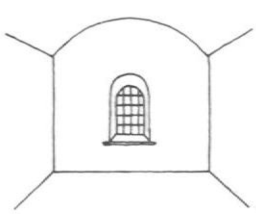
Altura del antepecho ≦ 0,9 m.

La altura total de todas las ventanas ha de equivaler al 50 % de la anchura de la sala de trabajo Q=0,5 R. → (4)

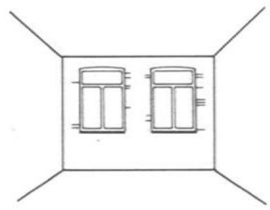
a. Tamaño de las ventanas de la sala de estar de una vivienda en función de la superficie. El 14 % significa que la superficie de las ventanas, medida en m^2, ha de equivaler al menos al 14 % de la superficie en planta de la sala de estar. Si ésta mide 20 m^2, la ventana ha de medir 20 $m^2 \times 0{,}14 = 2{,}8\ m^2$.
b. Tamaño de las ventanas de la cocina.
c. Tamaño de las ventanas del resto de habitaciones.
d. Ángulo de incidencia de la luz.

Cuanto mayor sea el ángulo de incidencia de la luz, mayor tamaño deben tener las ventanas. Motivo: cuanto más cerca estén las casas vecinas tanto mayor será el ángulo de incidencia y menor será la cantidad de luz que entre en la vivienda. La menor entrada de luz se ha de compensar aumentando el tamaño de las ventanas. Por eso, en las normas holandesas el tamaño mínimo de las ventanas depende del ángulo de incidencia de la luz.

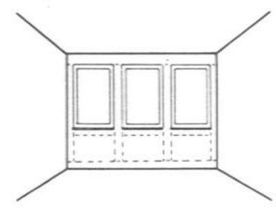
ANCHURA



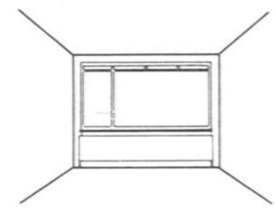
(1) En obra de fábrica de mampostería



(2) En obra de fábrica de ladrillo



(3) En obra de fábrica de entramado

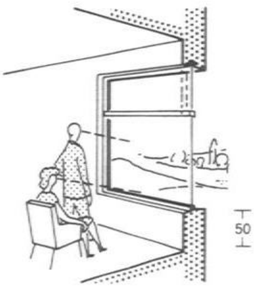


(4) En edificios con estructura de acero de hormigón armado

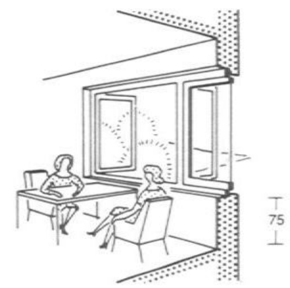
ALTURA



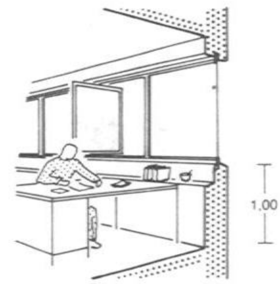
(5) En balcones con buenas vistas



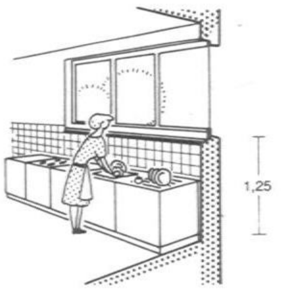
(6) En habitaciones con vistas



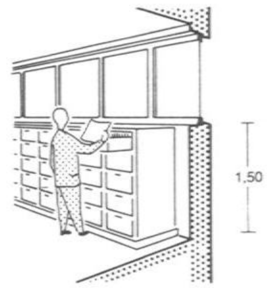
(7) Altura normal (altura de una mesa)



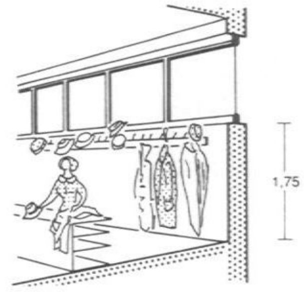
(8) En oficinas



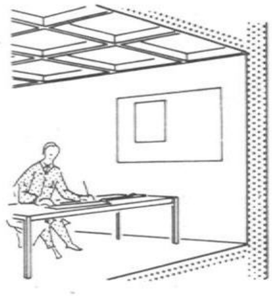
(9) En cocinas



(10) En oficinas con archivos bajo ventanas



(11) En guardarropas

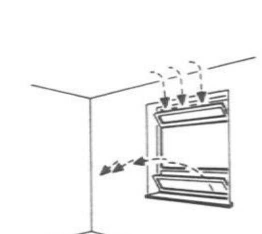


(12) Lucernarios (por ejemplo, en salas de dibujo)

VENTILACIÓN



(13) El aire frío entra en la habitación, el aire caliente sale: corriente

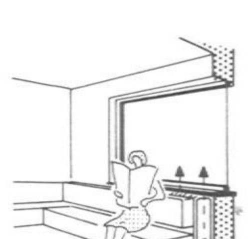


(14) Las particiones practicables pequeñas permiten regular mejor la ventilación

CALEFACCIÓN



(15) A la persona sentada le llega aire frío y caliente (poco saludable)

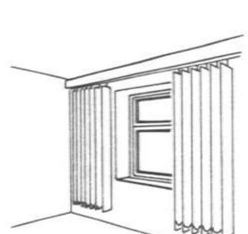


(16) Los radiadores adosados a las ventanas (convectores) han de estar ventilados por arriba y por abajo

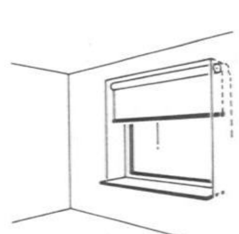
PROTECCIÓN VISUAL



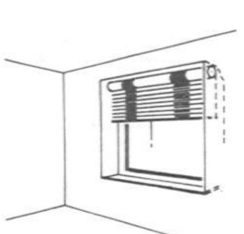
(17) Prever suficiente espacio para las cortinas en las esquinas



(18) Cortinas de lamas verticales



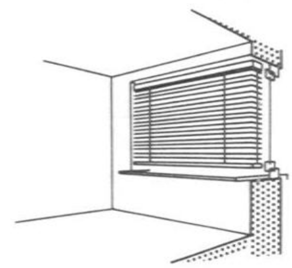
(19) Persianas enrollables de plástico



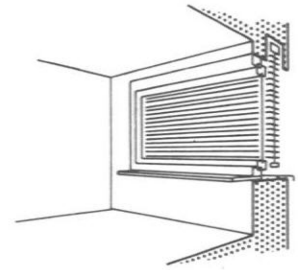
(20) Cortinas venecianas

DIN 18073 → 📖

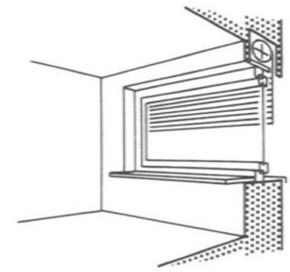
La protección frente al Sol ha de evitar el deslumbramiento y disminuir la entrada de radiación térmica. Mientras que en las latitudes meridionales una ventana mínima garantiza la entrada suficiente de luz, en los países septentrionales son necesarias las grandes ventanas que dejan entrar la luz difusa → ①. Para evitar la entrada de radiación solar directa durante el verano en las ventanas orientadas al sur, en una latitud de 50° N, basta con una protección superior a 30° → ⑨ – ⑩, o una celosía formada por lamas planas móviles (de aluminio, madera o plástico) cuya separación sea algo menor que su anchura → ⑬. Según las necesidades se pueden colocar persianas enrollables, marquesinas o brise-soleils → ⑮ móviles o fijos; también pueden colocarse en ventanas inclinadas. Las marquesinas, voladizos y demás elementos de protección solar han de tener rendijas por las que salga el calor que asciende por la fachada y no entre al interior. Según Houghten → 📖, las celosías de madera dejan pasar el 22 % del calor solar, las marquesinas el 28 % y las persianas venecianas interiores el 45 % (las ventanas sin protección dejan pasar el 100 %).



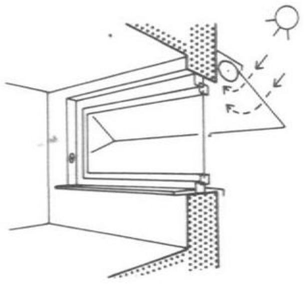
① Persiana veneciana en el interior, el sol llega hasta detrás del vidrio: solución poco favorable



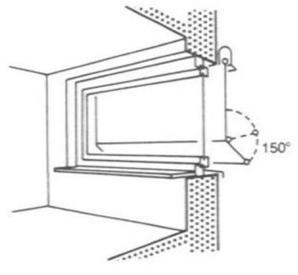
② Persiana veneciana en el exterior



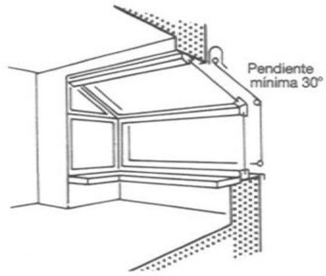
③ Persiana enrollable



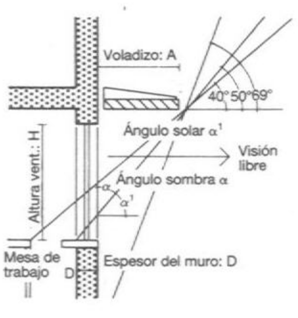
④ Los toldos impiden la entrada de radiación directa



⑤ Toldo vertical



⑥ Toldo vertical e inclinado



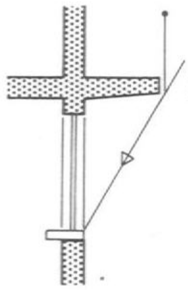
⑦ Disposición de protecciones frente al sol, en un nivel



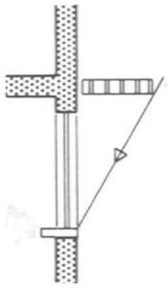
⑧ Disposición de protecciones frente al sol, en varios niveles

Angulo solar α^1 y ángulo de sombra α para una pared orientada al sur en una latitud 50° N (Frankfurt-Schweinfurt) → ⑦–⑧.

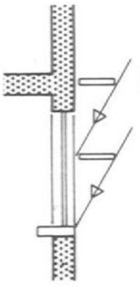
21 de junio (solsticio de verano) a mediodía: $\alpha^1 = 63°$, $\alpha = 27°$; 1 de mayo y 31 de julio, a mediodía: $\alpha^1 = 50°$, $\alpha = 40°$; 21 de marzo y 21 de septiembre (equinoccios), a mediodía: $\alpha^1 = 40°$, $\alpha = 50°$.
En general, voladizo A = tg del ángulo de sombra α altura de la ventana H; pero, voladizo mínimo A = (tg ángulo de sombra α altura de la ventana H) – espesor del muro D.



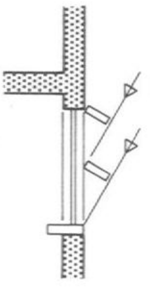
⑨ Balcón o voladizo para limpiar las ventanas



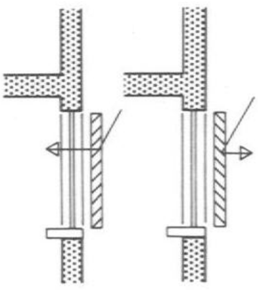
⑩ Emparrillado de aluminio, madera o acero



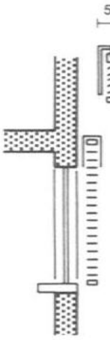
⑪ Protección en dos niveles



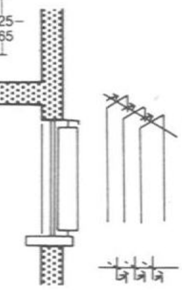
⑫ Protecciones inclinadas



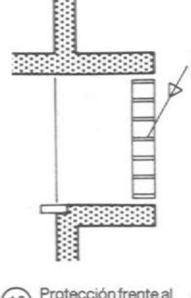
⑬ La colocación de persianas con elementos inclinados refleja la luz



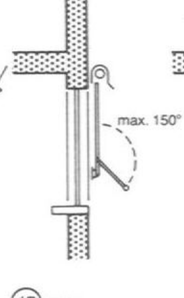
⑭ Lamas de protección solar



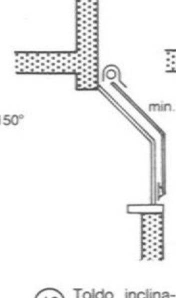
⑮ Brise-soleil: protección solar y frente deslumbramiento



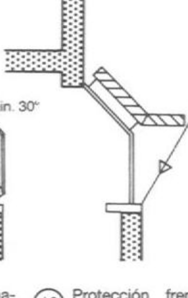
⑯ Protección frente al deslumbramiento



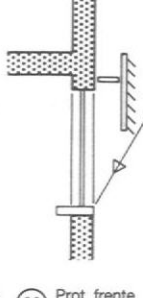
⑰ Toldo



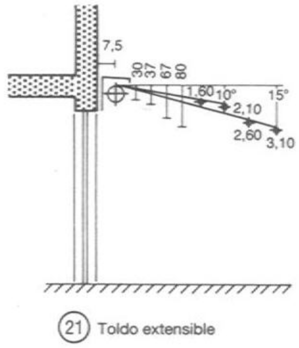
⑱ Toldo inclinado y vertical



⑲ Protección frente al deslumbramiento, en voladizo



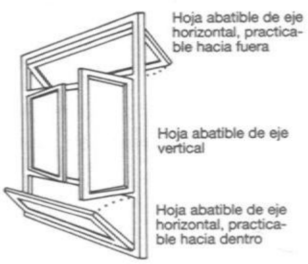
⑳ Prot. frente deslumbram. sep. de fachada



㉑ Toldo extensible

Puertas Ventanas

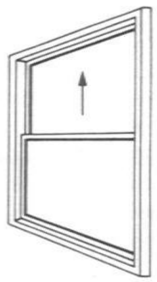
TIPOS DE ABERTURA



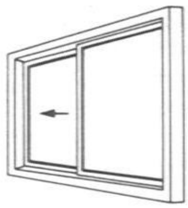
(1) Hojas hacia dentro o hacia fuera



(2) Hojas basculantes y pivotantes

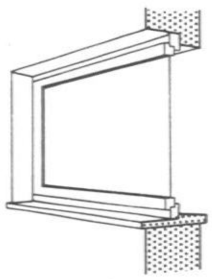


(3) Ventana de guillotina

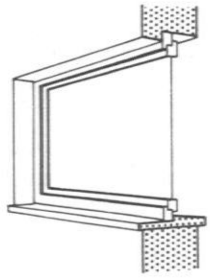


(4) Ventana corredera

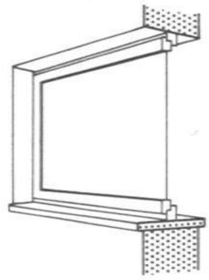
FORMAS DE MOCHETA



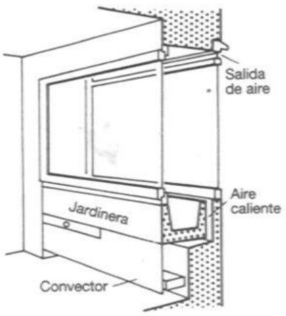
(5) Mocheta en el interior, marco anclado por dos caras



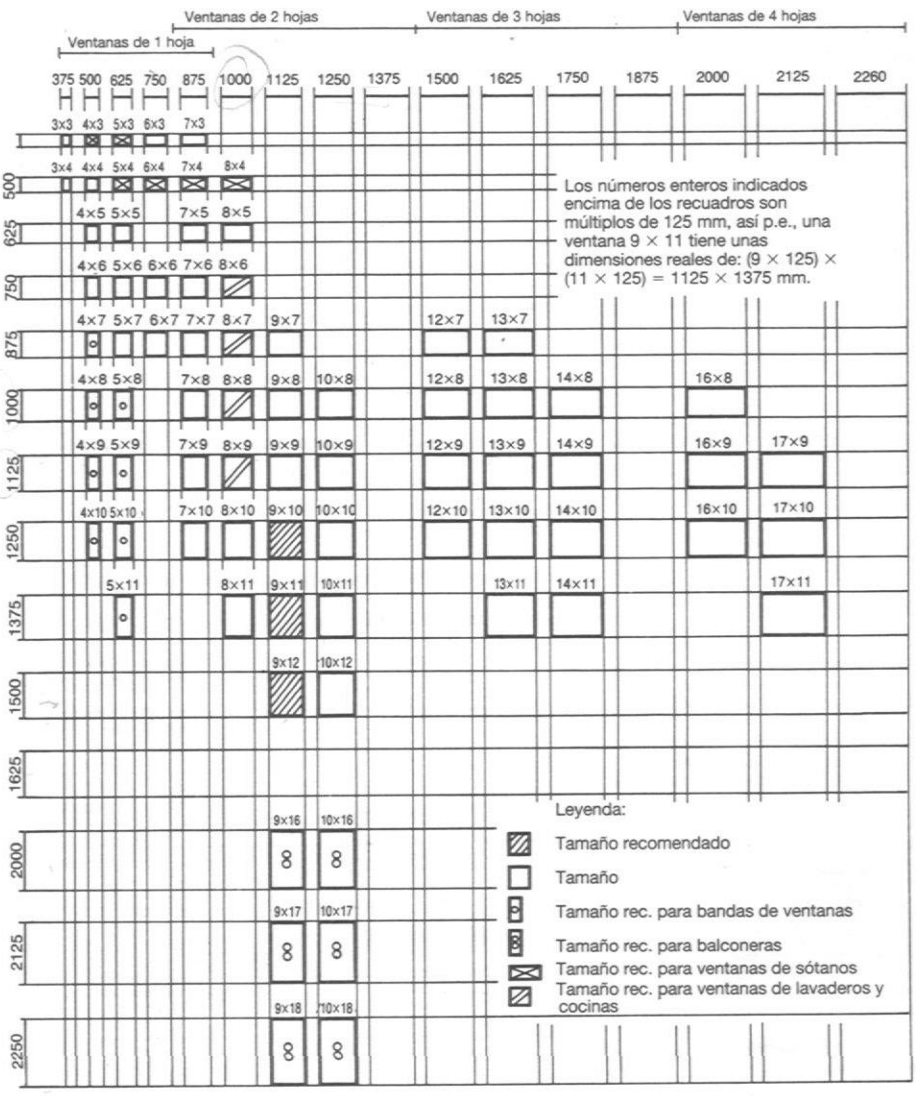
(6) Mocheta en el exterior, marco anclado por dos caras



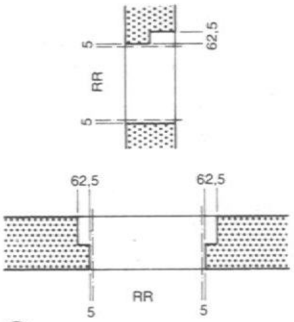
(7) Sin mocheta, marco anclado sólo por una cara



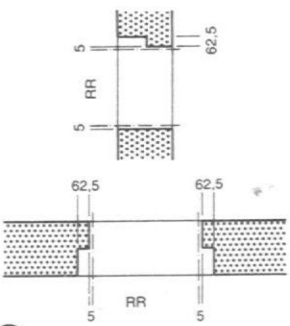
(8) Ventana con jardinera incorporada



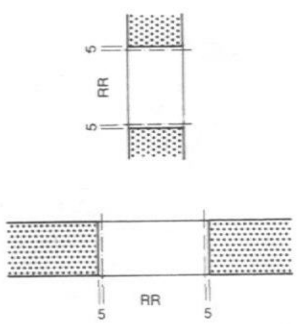
(9) Medidas de los huecos de obra (RR) para ventanas DIN 18050



(10) Mocheta 1 (en el interior)



(11) Mocheta 2 (en el exterior)

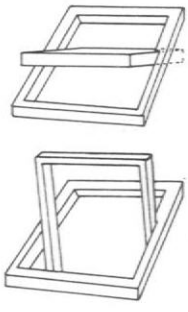


(12) Mocheta 3 (sin mocheta)

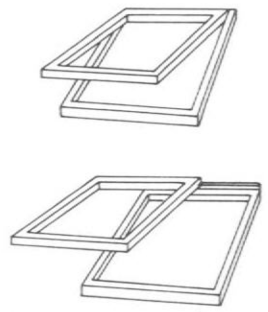
Puertas
Ventanas

VENTANAS DE DESVANES HABITABLES

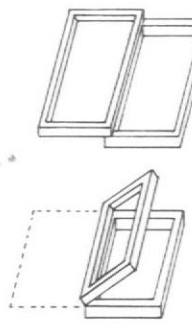
Para calcular las dimensiones de las ventanas de un desván es decisivo el grado de habitabilidad del mismo.
Las normativas de construcción exigen una superficie mínima de iluminación equivalente a 1/8 de la superficie en planta → (11).
Las ventanas grandes con mucha superficie de iluminación hacen que los espacios sean habitables.
Puede darse mayor anchura a las ventanas mediante particiones intermedias. Las cubiertas de gran pendiente exigen ventanas más cortas, las cubiertas planas requieren ventanas más largas → (5). Las ventanas de desvanes habitados pueden ser basculantes con un marco especial → (12) y disponerse en casetones aislados o en línea → (12) – (13).



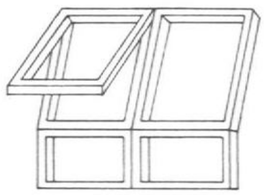
(1) Ventanas basculantes



(2) Ventanas abatibles de eje horizontal

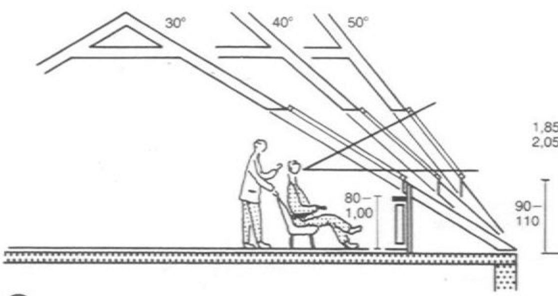


(3) Ventana-puerta corredera

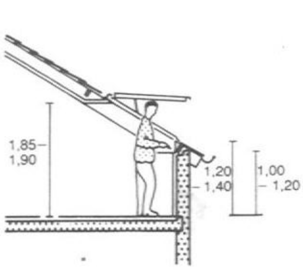


(4) Ventana con una hoja practicable y otra fija → (12)

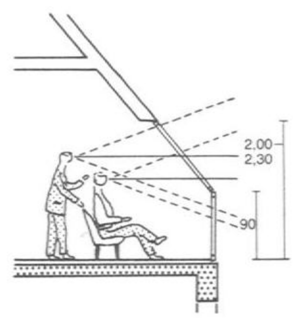
Puertas
Ventanas



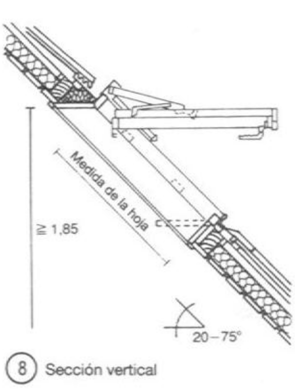
(5) Disposición de ventanas en un desván



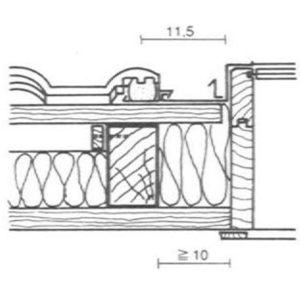
(6) En el último tramo de la cubierta



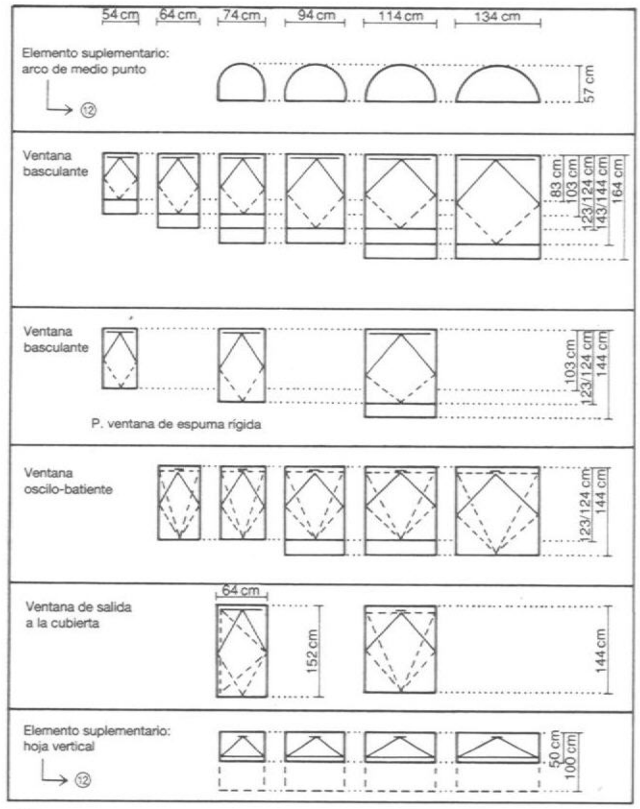
(7) Con adición de una ventana vertical



(8) Sección vertical



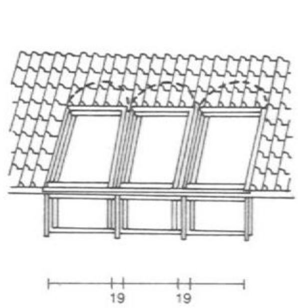
(9) Sección horizontal



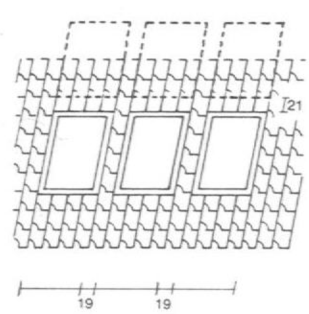
(10) Tamaño de las ventanas

Tamaño vent.	54/83	54/103	64/103	74/103	74/123	74/144	114/123	114/144	134/144
Superf. entrada de luz en m²	0,21	0,28	0,36	0,44	0,55	0,66	0,93	1,12	1,36
Superf. planta en m²	2	2–3	3–4	4–5	6–7	9	11	13 m²	

(11) Cálculo del tamaño de las ventanas en función de la superficie en planta



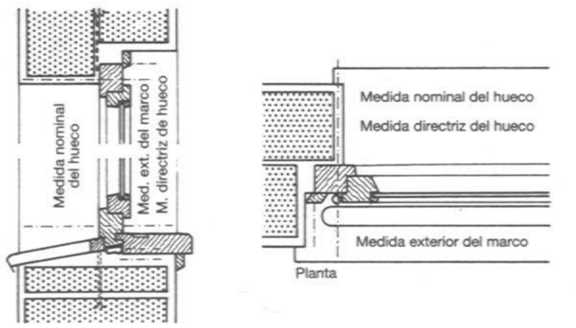
(12) Yuxtaposición de varias ventanas inclinadas con una hoja suplementaria vertical → (10)



(13) Alineación de ventanas en horizontal o en vertical

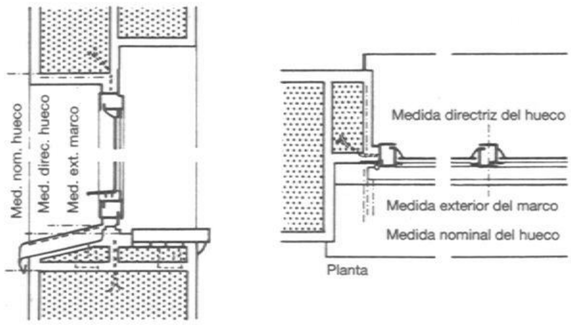
VENTANAS

DIN 68121, 4108

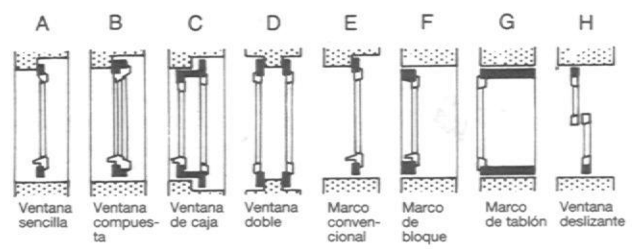


(1) Carpintería de madera

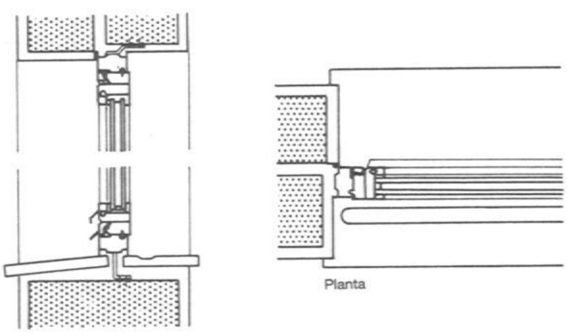
La norma DIN 68121 describe los perfiles tipo de madera para ventanas basculantes, oscilo-batientes y abatibles. Colocación de la ventana según el tipo de hoja → (A) – (D) y el tipo de marco → (E) – (H). Como las ventanas deben cumplir elevadas exigencias (protección térmica y acústica), el resultado es una gran variedad de formas constructivas → (1) – (5). Las ventanas y balconeras de espacios con calefacción han de realizarse con vidrio aislante o doble. El coeficiente de transmisión térmica no puede ser superior a 3,1 W/m^2°K.



(2) Carpintería de acero

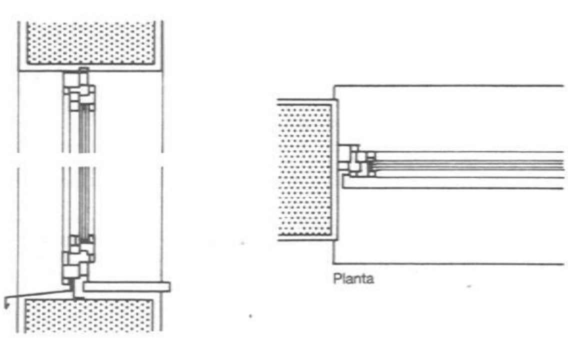


(6) Tipos de ventana



(3) Carpintería de perfiles de acero

	1	2	3	4	5	6	7
	Tipo de acristalamiento	Vidrio[1] k_C W/(m² °K)	Ventanas y balconeras, incluido el marco[2] k_V W/(m² °K)				
			1	2,1	2,2	2,3	3[3]
Utilizando vidrio normal							
1	Acristalamiento sencillo	5,8	5,2				
2	Vidrio aislante de 6 a 8 mm	3,4	2,9	3,2	3,3	3,6[4]	4,1[4]
3	Vidrio aislante de 8 a 10 mm	3,2	2,8	3,0	3,2	3,4	4,0[4]
4	Vidrio aislante de 10 a 16 mm	3,0	2,6	2,9	3,1	3,3	3,8[4]
5	Vidrio aislante con dos hojas de 6 a 8 mm	2,4	2,2	2,5	2,6	2,8	3,4
6	Vidrio aislante con dos hojas de 8 a 10 mm	2,2	2,1	2,3	2,5	2,7	3,3
7	Vidrio aislante con dos hojas de 10 a 16 mm	2,1	2,0	2,3	2,4	2,7	3,2
8	Acristalamiento doble con una separación de 20 a 100 mm	2,8	2,6	2,7	2,9	3,2	3,7[4]
9	Acristalamiento doble con vidrio sencillo y vidrio aislante (cámara de aire de 10 a 16 mm) con una separación de 20 a 100 mm	2,0	1,9	2,2	2,4	2,6	3,1
10	Acristalamiento doble dos hojas de vidrio aislante (cámara 10 a 15 mm) con una separación de 20 a 100 mm	1,4	1,5	1,8	1,9	2,2	2,7
11	Pared de pavés, según DIN 4242, con piezas de pavés con cámara de aire según DIN 18						3,5



(4) Carpintería de plástico

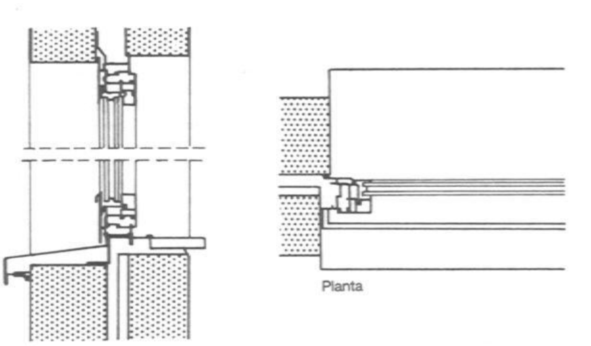
[1] En las ventanas cuya proporción de carpintería y marco no sea superior al 5 % (por ejemplo, escaparates) como coeficiente de conductividad térmica k_V puede tomarse el coeficiente de conductividad térmica del acristalamiento k_C.

[2] La clasificación de los marcos en los grupos 1 a 3 ha de realizarse de acuerdo con los siguientes criterios:

grupo 1: ventanas con marco de madera, plástico (véase nota) y combinaciones de madera (por ejemplo, marco de madera con revestimiento de aluminio), sin certificación especial o cuando el coeficiente de conductividad térmica del marco sea inferior a 2,0 W/(m² °K).
Nota: en el grupo 1 sólo pueden clasificarse perfiles de plástico que no posean ningún elemento metálico.

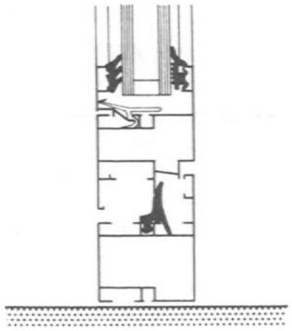
grupo 2.1: Ventanas con marco de hormigón o metálico, cuando el coeficiente de conductividad térmica del marco k_M sea inferior a 2,8 W/(m² °K).

grupo 2.2: Ventanas con marco de hormigón o metálico, cuando el coeficiente de conductividad térmica del marco k_M esté comprendido entre 2,8 y 3,6 W/(m² °K).

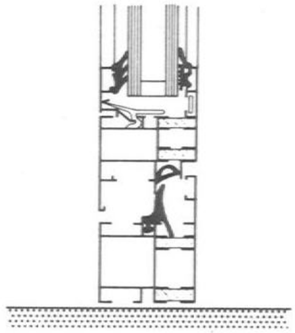


(5) Carpintería de aluminio

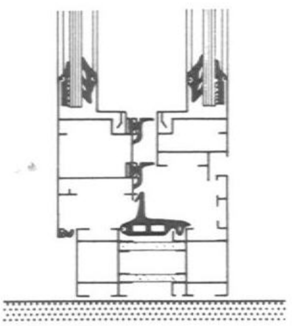
(7) Valor de cálculo del coeficiente de conductividad térmica (k_C) del vidrio y de las ventanas y balconeras, incluido el marco (k_V)



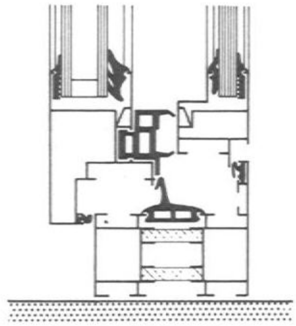
① Ventana con carpintería de aluminio convencional



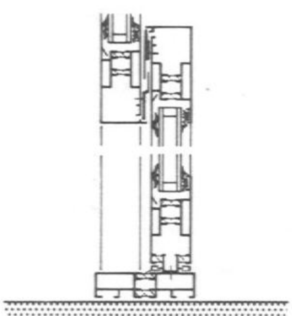
② Ventana con carpintería de aluminio y aislamiento térmico y acústico hasta 37 dB



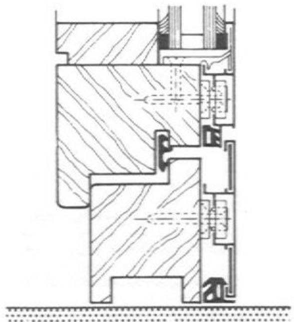
③ Ventana universal con carpintería de aluminio, protección solar intermedia y aislamiento acústico hasta 47 dB



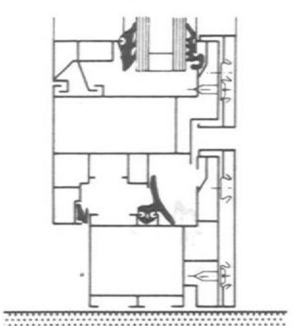
④ Ventana con carpintería de aluminio y aislamiento térmico y acústico hasta 47 dB



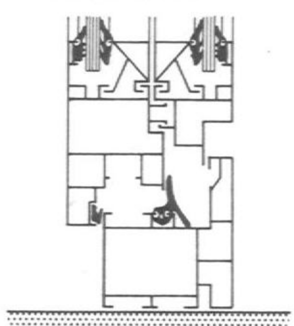
⑤ Ventana corredera con carpintería de aluminio y aislamiento térmico y acústico hasta 35 dB



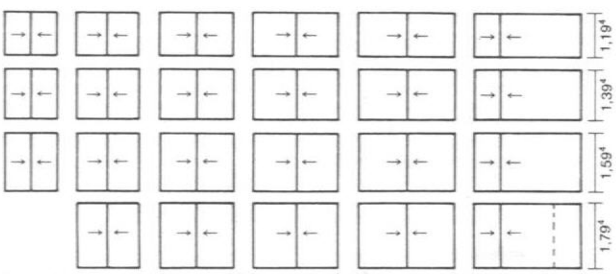
⑥ Ventana compuesta con carpintería de aluminio y madera, aislamiento acústico hasta 40 dB



⑦ Ventana con carpintería de plástico y marco de aluminio, aislamiento acústico hasta 42 dB



⑧ Ventana compuesta con carp. de plást. Es posible interponer una protección solar entre las dos hojas. Aislamiento acústico hasta 45 dB



⑨ Medidas exteriores para el marco de ventanas correderas → ⑤

VENTANAS

DIN 4109 → 🕮

La elección del tipo constructivo, material del marco y clase de vidrio de una ventana dependen de los requisitos técnicos y estéticos que deba cumplir este elemento arquitectónico. Requisitos más importantes relativos a la construcción: tamaño, formato, particiones intermedias, tipo de abertura, material del marco y clase de vidrio. Para garantizar la impermeabilidad frente a la lluvia en caso de viento lateral, es fundamental la sección del vierteaguas y el sellado de las juntas perimetrales del marco con la obra. Las cajas para persianas enrollables, los antepechos y elementos de ventilación han de estar en concordancia con el grado de aislamiento térmico y acústico de la ventana → ⑩ – ⑫. Requisitos técnicos: impermeabilidad en caso de lluvia con viento lateral, impermeabilidad de las juntas, ventilación, aislamiento térmico y acústico, protección contra incendios y seguridad ante robos.

Tipo de calle	Distancia de la ventana al centro de la calle (m)	N.° vehículos/h en ambas direcciones	Grupo nivel ruido
Calle resid. de 2.° orden		< 10	0
Calle resid. de 2.° orden (2 carriles)	< 35 26 a 35 11 a 25 ≦ 10	10 a 50	0 I II III
Calle resid. de 1.er orden (2 carriles)	> 100 36 a 100 26 a 35 11 a 25 ≦ 10	50 a 200	0 I II III IV
Carretera comarcal en población[1)](2 carriles)	101 a 300 101 a 300 36 a 100		 I II
Calle resid. de 1.er orden (2 carriles)	11 a 35 ≦ 10	200 a 1000	III IV
Calle principal de una ciudad, polígonos industriales de 4 a 6 carriles	101 a 300 36 a 100 > 35 101 a 300	1000 a 3000	III IV V IV
Carreteras nacionales, accesos a autopistas y autopistas	≦ 100	3000 a 5000	V

1) En las carreteras comarcales fuera de una población y en las calles de polígonos ind. y comerciales se ha de considerar el grupo de nivel de ruido inmediatamente superior

⑩ Cuánto ruido hay

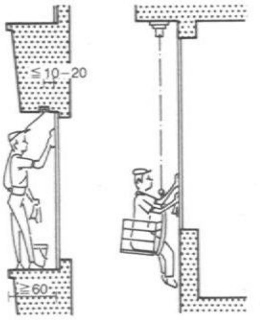
Grupo de nivel de ruido	Nivel de ruido medio en el exterior (en dB)	Aislamiento acústico mínimo R_w (en dB) en las salas de estar de viviendas[2)]
0	≦ 50	25(30)
I	51 hasta 55	25(30)
II	56 hasta 60	30(35)
III	61 hasta 65	35(40)
IV	66 hasta 70	40(45)
V	> 70	45(50)

2) Los valores entre paréntesis son válidos para los muros exteriores y también deben mantenerse en las ventanas, si abarcan más del 60 % del cerramiento exterior.

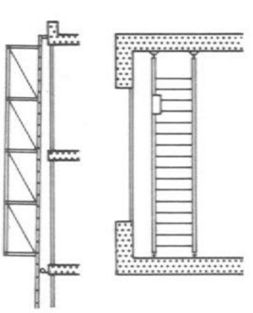
⑪ Elección del aislamiento acústico correcto

Tipo de aislam. acústico	Valor del aislam. acústico dB	Orientaciones sobre las características constructivas más importantes que deben cumplir las ventanas y los elementos de ventilación
6	50	Ventana de caja con marco independiente y con estanquidad especial, gran separación entre hojas y acristalamiento con vidrio grueso
5	45-49	Ventana de caja con estanquidad especial, gran separación entre hojas y acristalamiento con vidrio grueso; ventana compuesta con marcos no acoplados, estanquidad especial, separación entre hojas mayor de 100 mm y acristalamiento con vidrio grueso
4	40-44	Ventana de caja con estanquidad adicional y acristalamiento con vidrio de grueso medio; ventana compuesta con estanquidad especial, separación entre hojas de más de 60 mm y acristalam. con vidrio grueso.
3	35-39	Ventana de caja sin estanquidad adicional y vidrio de grueso medio; ventana compuesta con estanquidad adicional, separación entre hojas normal y acristalamiento con vidrio grueso; acristalamiento con vidrio aislante multicapa; lunas de 12 mm selladas directamente a la obra o en ventanas completamente estancas
2	30-34	Ventana de caja con estanquidad adicional y vidrio de grueso medio; vidrio aislante grueso; vidrio de 6 mm sellado directamente a la obra o en ventanas estancas.
1	25-29	Ventana de caja con estanquidad adicional y vidrio de grueso medio; vidrio aislante delgado en ventanas sin estanquidad adicional
0	20-24	Ventanas poco estancas con vidrio sencillo o aislante

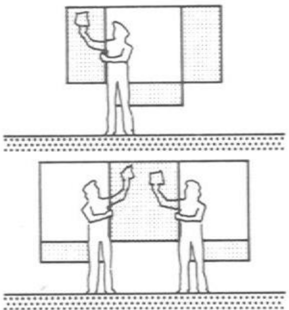
⑫ Tipo de aislamiento acústico de las ventanas (extracto de las directrices VDI-2719)



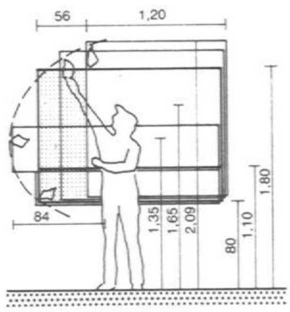
① Empleo de cinturón o arnés de seguridad



② Escalera de seguridad desplazable horizontalmente, edificios de 3 a 4 plantas



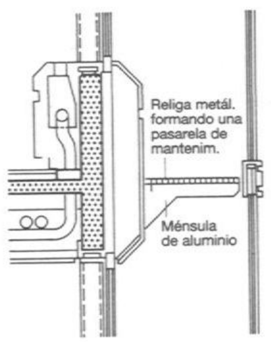
③ Limpieza de ventanas adyacentes



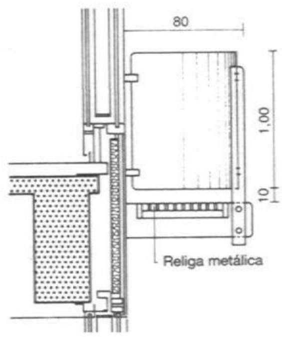
④ Superficie accesible con la mano: zona máx. que puede limpiarse

Ascensores de fachada y pasarelas transitables

Como medida de seguridad pueden emplearse cinturones con arnés, cuerdas de seguridad y dispositivos de seguridad suspendidos → ①
Ejecución en forma de escaleras suspendidas sobre raíles, vagoneta sin raíl o góndola sobre raíles fijados en el canto exterior de la cubierta o barandilla.
Para limpiar ventanas desde fuera (lo cual permite colocar ventanas fijas) y efectuar trabajos de mantenimiento se pueden emplear góndolas suspendidas y grúas elevadoras → ⑧ – ⑪. Si se montan a tiempo también pueden aprovecharse para colocar las celosías, ventanas, etc. Las góndolas suspendidas y las pasarelas transitables pueden utilizarse, con pocas modificaciones constructivas, como medios de salvamento en caso de incendio.
Las escaleras suspendidas (desplazables a lo largo de la fachada) de metal ligero → ② se componen de una escalera transitable y unos raíles. Anchura de la escalera 724 o 840 mm, longitud máxima total de la escalera 25 m. Carga máxima 200 kg (2 operarios con utensilios). Una variante puede ser las pasarelas transitables → ⑤ y los balcones de limpieza → ⑥



⑤ Pasarela transitable

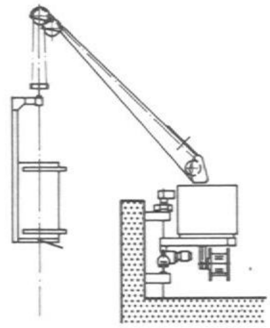


⑥ Balcón de limpieza

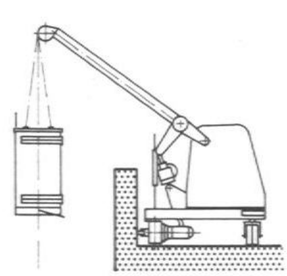
Tipo de edificio	Ventanas	Lucernarios
Oficinas	cada 3 meses*	Cada 12 meses
Oficinas públicas	2 semanas	3 meses
Comercios	exterior: cada semana interior: cada 2 semanas	6 meses
Comercios (en calles principales)	exterior: a diario interior: cada semana	3 meses
Hospitales	3 meses	6 meses
Escuelas	3-4 meses	12 meses
Hoteles (primera categoría)	2 semanas	3 meses
Fábricas (trabajos de precisión)	4 semanas	3 meses
Fábricas (trabajos pesados)	2 meses	6 meses
Viviendas privadas	4-6 semanas	

* Las ventanas de la planta baja se han de limpiar más a menudo.

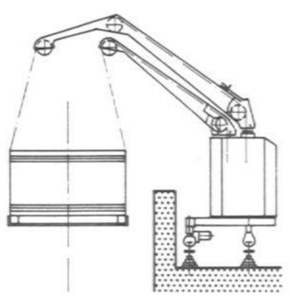
⑦ Período de limpieza de las ventanas



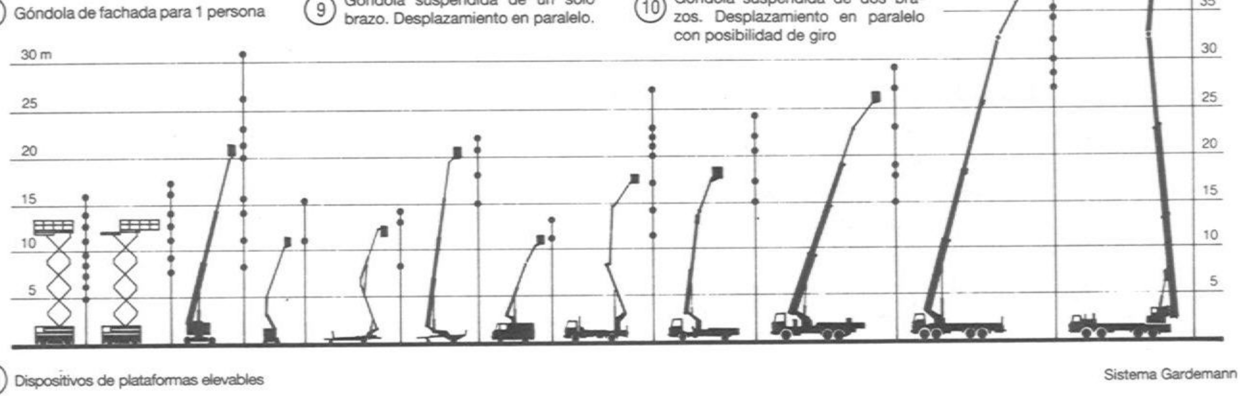
⑧ Góndola de fachada para 1 persona



⑨ Góndola suspendida de un solo brazo. Desplazamiento en paralelo.

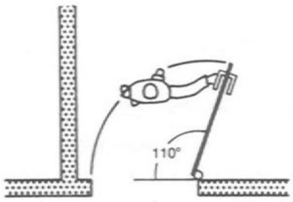


⑩ Góndola suspendida de dos brazos. Desplazamiento en paralelo con posibilidad de giro

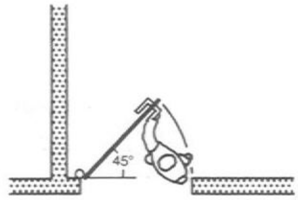


⑪ Dispositivos de plataformas elevables

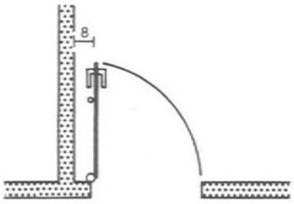
Sistema Gardemann



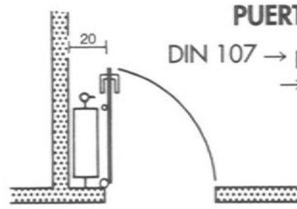
(1) Sentido de abertura generalmente incorrecto



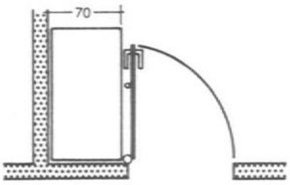
(2) Sentido de abertura generalmente correcto



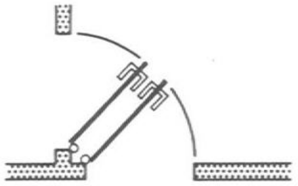
(3) Separación mínima de la pared

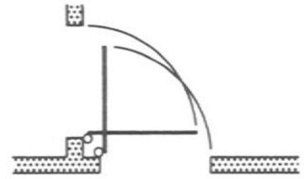


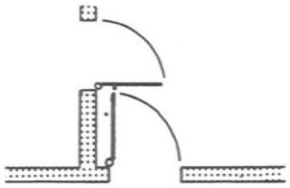
(4) Con radiador

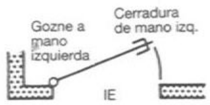


(5) Con armario (situación ventajosa)


(6) Disposición de dos puertas que dan a la misma sala en una de sus esquinas


(7) Dos puertas situadas erróneamente

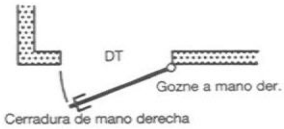

(8) Dos puertas bien situadas



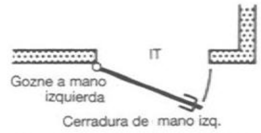
(9) Puerta que se abre empujando hacia la izquierda



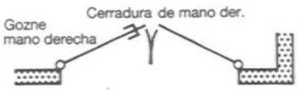
(10) Puerta que se abre empujando hacia la derecha



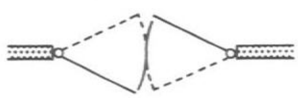
(11) Puerta que se abre tirando hacia la derecha



(12) Puerta que se abre tirando hacia la izquierda

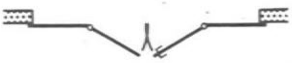


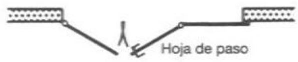
(13) Puerta de dos hojas con cerradura de mano derecha


(14) Puerta pendular de una o dos hojas de mano derecha


(15) Puerta giratoria descentrada de una hoja

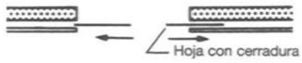

(16) Puerta giratoria centrada de mano derecha


(17) Puerta de cuatro hojas

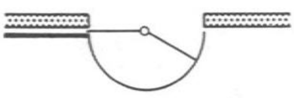


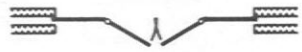
(18) Puerta de tres hojas

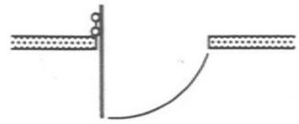

(19) Puerta corredera superpuesta



(20) Puerta corredera por dentro de la pared

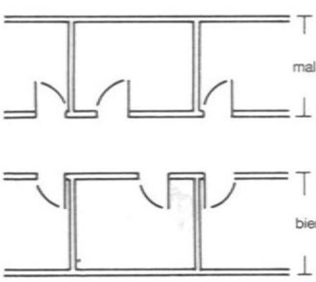

(21) Puerta corredera con hoja practicable


(22) Puerta corredera de cuatro hojas con dos hojas practicables

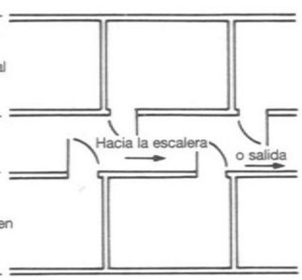

(23) Puerta balanceante (tipo americano)



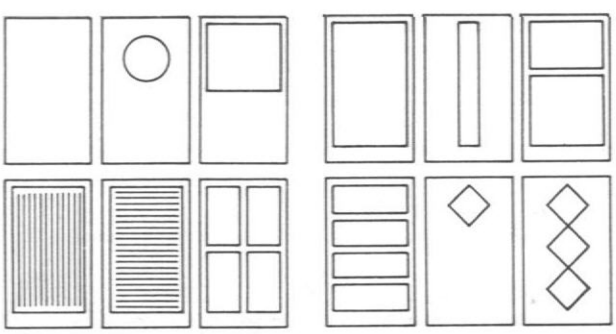
(24) Puerta balanceante (tipo americano)



(25) Puertas que abren hacia el interior



(26) Puertas que abren hacia el pasillo


(27) Formas más corrientes de puertas interiores

En el interior de un edificio las puertas se han de colocar correctamente, pues las innecesarias o mal situadas dificultan el aprovechamiento y la utilización del espacio → (1) – (8). Se distingue entre puertas que se abren hacia dentro de una habitación, hacia fuera o hacia un pasillo. Por lo general, las puertas se abren hacia dentro de la habitación → (25). Se clasifican según su situación, finalidad, sentido de abertura, manera de abrirse, clase de marco y tipo de hoja.

Puertas interiores: de habitaciones, de acceso a una vivienda, de sótano, para baños, aseos y cuartos auxiliares.

Puertas exteriores: puertas de acceso a un edificio, de acceso a un recinto, de balconeras y de terrazas. Las puertas equilibradas balanceantes (tipo americano) → (23) – (24) requieren poca fuerza para abrirlas. Apropiadas para lugares de paso como pasillos y cortavientos, etc.

La anchura de las puertas depende de su aplicación y del espacio donde se coloquen. Como mínimo ha de quedar un paso libre de 55 cm.

En los edificios de viviendas, la anchura de paso libre mínima es:

puertas de una hoja	de habitaciones	aprox. 80 cm
	auxiliares, aseos	aprox. 70 cm
	de acceso a la vivienda	aprox. 90 cm
	de acceso a edificios	hasta 115 cm
puertas de dos hojas	de habitaciones	hasta 170 cm
	de acceso a edificios	140–225 cm
altura de paso libre en puertas interiores:		al menos 185 cm
		normal 195–200 cm

Las puertas correderas y giratorias no pueden utilizarse como puertas contra incendios, ya que en caso de emergencia obstaculizan el recorrido de evacuación.

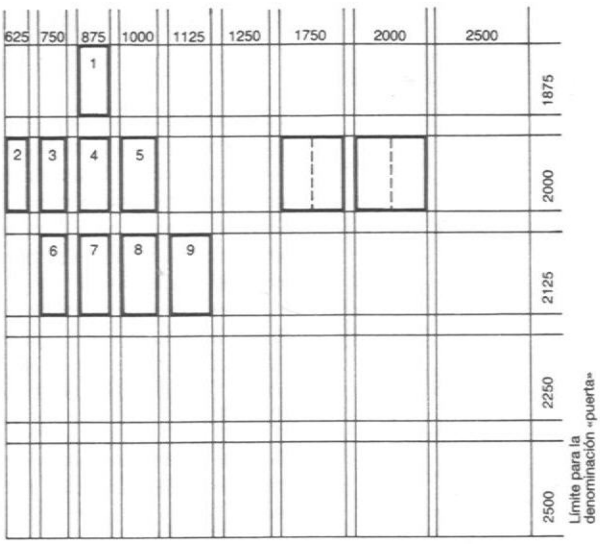
PUERTAS

DIN 4172, 18100, 18101

→ 📖

Los huecos de obra necesarios para colocar una puerta → (1) están recogidos en la norma DIN 4172. En casos excepcionales, en los que sea necesario otro tamaño, las medidas deben ser múltiplos enteros de 125 mm. Los marcos de acero se han de utilizar como marcos a derecha y a izquierda → (10).

La descripción normalizada de un hueco de pared de 875 mm de anchura y 2000 mm de altura es la siguiente: hueco de pared DIN 18100 – 875 × 2000.



Los recuadros en negrita indican los tamaños óptimos

Para los tamaños señalados con una cifra, la norma DIN 18101 indica la medida exacta de los marcos y hojas. La cifra se refiere a la línea de la Tabla 1 de DIN 18101

Huecos que por su tamaño suelen requerir puertas de dos hojas

(1) Medidas de los huecos de obra según DIN 4172 → (8)

	Medida direc. obra		Dimensiones de la hoja				Dimensiones del marco	
	Huecos de obra para puertas DIN 18100		Medidas exteriores de las hojas (hojas tipo)		Medida de la hoja sin galce (medida nominal) Tolerancia ±1	+2 0	Anchura del marco en el galce Tolerancia ± 1	Altura real del marco en el galce Tolerancia 0 −2
1	875	1875	860	1880	834	1847	841	1858
2	625	2000	610	1985	584	1972	591	1983
3	750	2000	735	1985	709	1972	716	1983
4	875	2000	860	1985	834	1972	841	1983
5	1000	2000	985	1985	959	1972	966	1983
6	750	2125	735	2110	709	2097	716	2108
7	875	2125	860	2110	834	2097	841	2108
8	1000	2125	985	2110	959	2097	966	2108
9	1125	2125	1110	2110	1084	2097	1091	2108

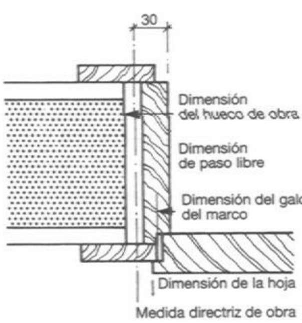
(8) Dimensión normalizada de los marcos y hojas de puertas con galce DIN 18101

Medida directriz de obra (DIN 18100) A × H	Dimensiones nominales del hueco A × H	Dimensión del marco con galce Anchura × altura ± 1 $^{0}_{-2}$	Paso libre A × H	Dimens. exter. de las hojas (DIN 18101) A × H
875×1875	885×1880	841×1858	811×1843	860×1860
625×2000[1]	635×2005	591×1983	561×1968	610×1985
750×2000[1]	760×2005	716×1983	686×1968	735×1985
875×2000[1]	885×2005	841×1983	811×1968	860×1985
1000×2000[1]	1010×2005	966×1983	936×1968[2]	985×1985
750×2125	760×2130	716×2108	686×2093	735×2110
875×2125	885×2130	841×2108	811×2093	860×2110
1000×2125	1010×2130	966×2108	936×2093[2]	985×2110
1125×2125	1135×2130	1091×2108	1061×2093[2]	1110×2110

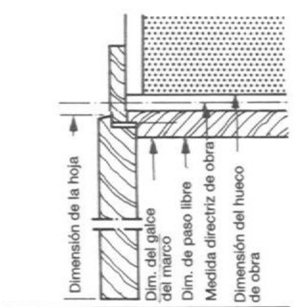
[1] Estos tamaños son los más corrientes

[2] Sólo estos tamaños son adecuados para minusválidos sobre sillas de ruedas (DIN 18025)

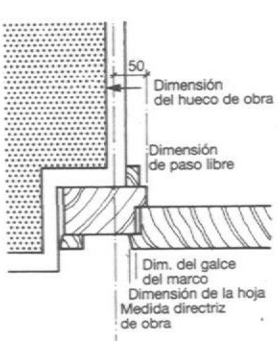
(9) Dimensiones de los cercos de acero → (1) + (10)



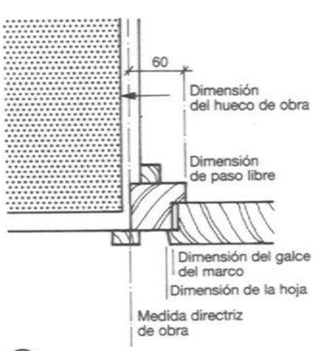
(2) Anchura de la puerta



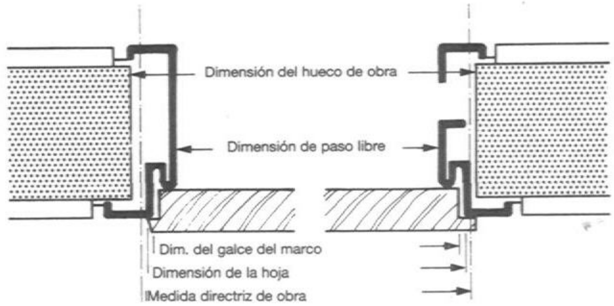
(3) Altura de la puerta



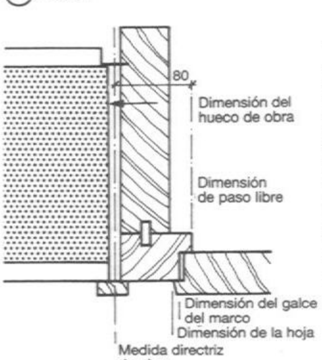
(4) Marco



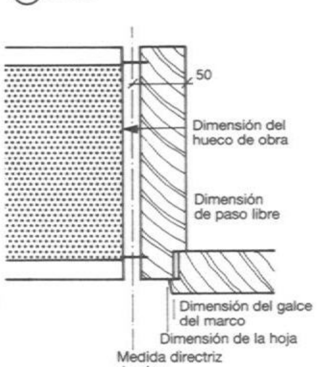
(5) Marco



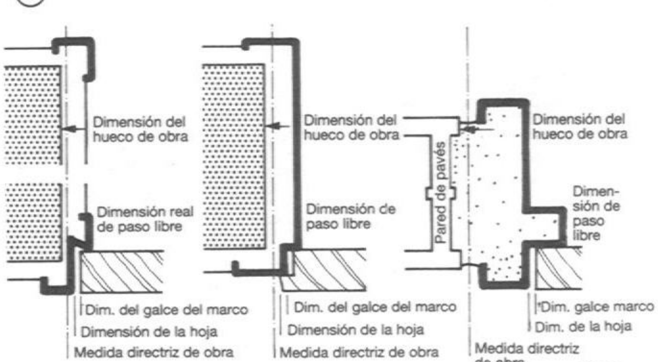
(10) Cercos DIN 18111



(6) Puerta con cerco y premarco

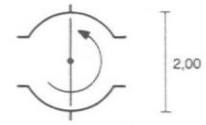


(7) Puerta con cerco

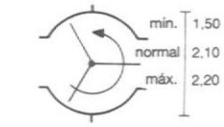


(11) Cerco de esquina

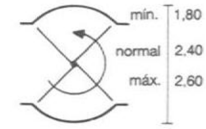
Puertas Ventanas



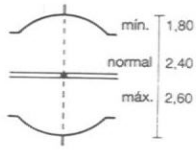
(1) Puerta giratoria de dos hojas



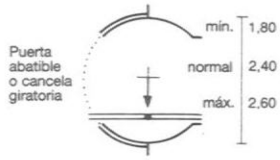
(2) Puerta giratoria de tres hojas



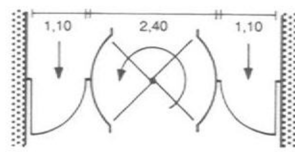
(3) Puerta giratoria de cuatro hojas



(4) Puerta giratoria de cuatro hojas plegables



(5) Hojas plegables desplazadas a un lado



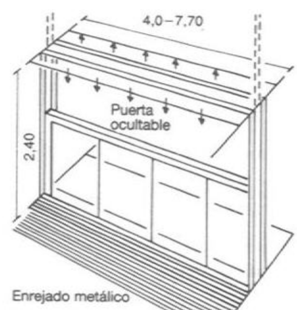
(6) Puerta giratoria con salidas de emergencia a los lados



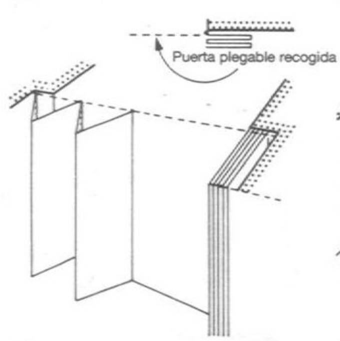
(7) Puerta automática pendular



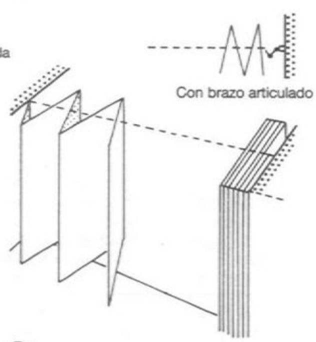
(8) Puerta automática corredera



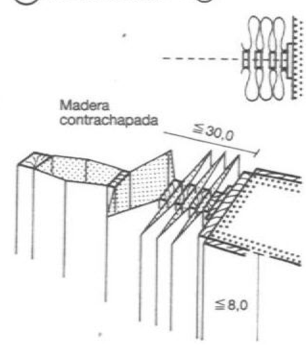
(9) Puerta ocultable → (19)



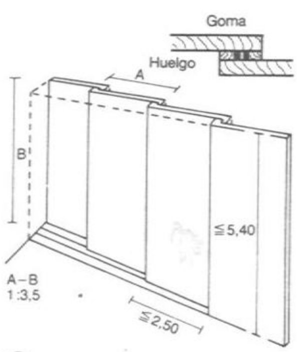
(10) Puerta plegable con guía lateral



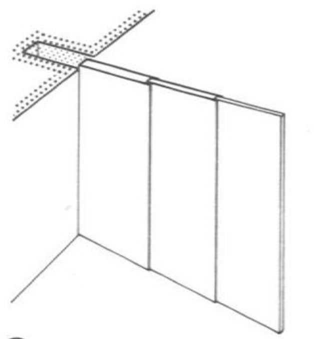
(11) Puerta plegable con guía central

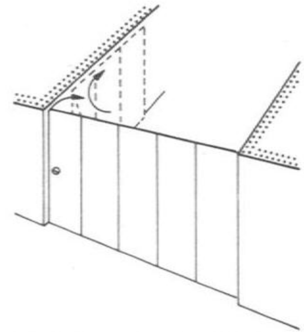


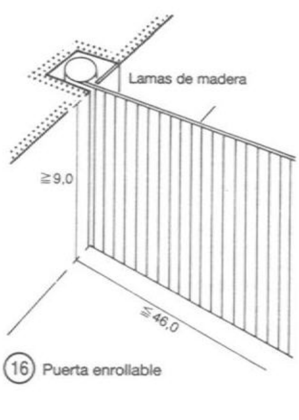
(12) Puerta acordeón de lamas de madera o de material flexible



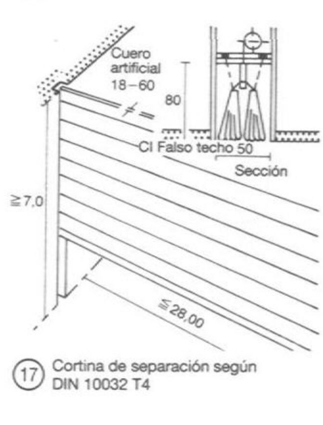
(13) Puerta telescópica


(14) Puerta telescópica

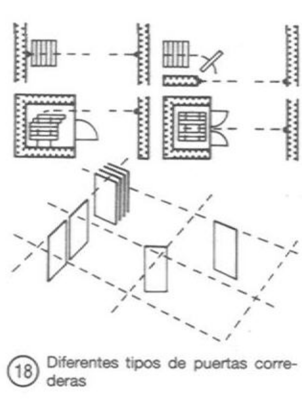

(15) Puerta corredera articulada de esquina



(16) Puerta enrollable



(17) Cortina de separación según DIN 10032 T4


(18) Diferentes tipos de puertas correderas

Las **puertas giratorias**, → (1) – (6) suelen ser desmontables, es decir que en caso de tránsito intenso, sobre todo en verano, las hojas se puedan plegar en el centro si han de circular personas en ambos sentidos.

Las hojas una vez plegadas se corren a un lado si la circulación es únicamente en un sentido (a la hora de cierre) → (4) – (5).

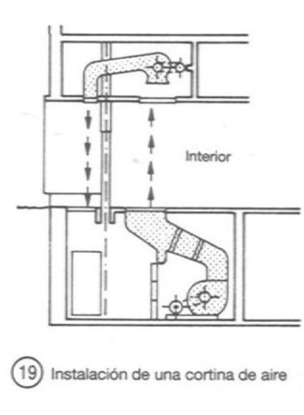
Sistemas de accionamiento de las **puertas automáticas**: por radar, por sensor eléctrico → (7) – (8), suelo neumático de contacto. Las puertas correderas automáticas, con sensor fotoeléctrico, son adecuadas para los recorridos de evacuación en grandes almacenes y edificios administrativos, pueden tener una anchura de hasta 8 metros y 6 hojas.

Las puertas con cortina de aire → (19) se cierran por la noche con puertas ocultables durante el día → (9).

Para cerrar grandes huecos se utilizan **puertas plegables**, con guía lateral → (10) o con guía central → (11), que combinan el movimiento de giro con el desplazamiento lateral; puertas de acordeón de madera contrachapada, cuero artificial o material textil → (12).

Las **puertas telescópicas** están formadas por varias hojas unidas por el centro; sobre guías paralelas pueden ser de desplazamiento lateral → (13) o ocultables una dentro de otra → (14). **Puertas correderas** articuladas suspendidas en esquina → (15) o para cerramientos de posición variable → (18).

Las **cortinas de separación** suspendidas → (17) o enrollables a un lado → (16) permiten subdividir grandes espacios.



(19) Instalación de una cortina de aire

Puertas
Ventanas

GRANDES PUERTAS

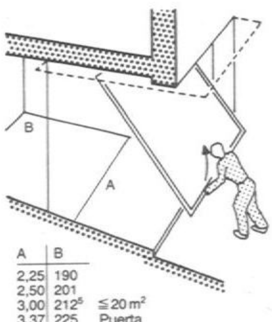
→ 🕮

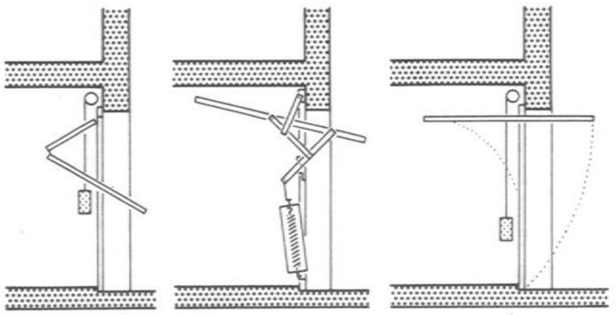
En garajes y almacenes, puertas basculantes → ①, puertas basculantes con muelle o contrapeso. Macizas, de doble capa con relleno, con cuarterones de vidrio. De madera, aluminio o plancha de acero cincado. Tamaño máximo de paso 4,82 × 1,96 m. Superficie máxima de las hojas aprox. 10 m². También pueden empotrarse en arcos y accionarse a distancia.

Puertas plegables → ②, articuladas → ③, telescópicas → ④ y enrollables → ⑤ de aluminio para quedar ocultas detrás del dintel. Puertas de una o varias capas para industrias y talleres. Anchura máxima: 18 m, altura máxima: 6 m. Puertas accionables con interruptor, célula fotoeléctrica y a distancia, por contacto eléctrico o neumático.

Puertas de apertura rápida para paso de vehículos → ⑧, pendulares de PVC → ⑨. También en forma de cortinas de cintas de goma → ⑩.

Las puertas con bandas o protecciones de goma son convenientes para descargar camiones en locales con calefacción. Protección ante las inclemencias climáticas al cargar y descargar → ⑪ – ⑫. Puertas cortafuegos P30–P90 de una o dos hojas → ⑬, puertas cortafuegos correderas → ⑭. Las puertas cortafuegos basculantes o correderas de accionamiento eléctrico han de funcionar independientemente de la red eléctrica. En caso de incendio se han de cerrar automáticamente. (Fischer–Riegel)



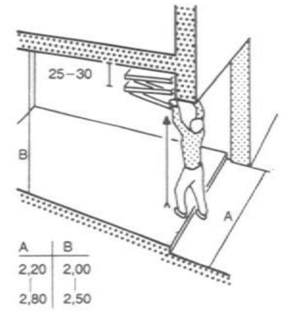


a) Puerta basculante plegable

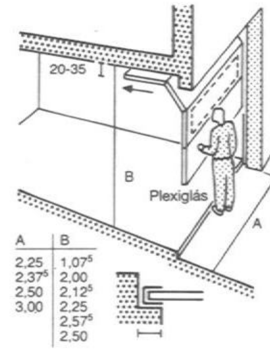
b) Puerta basculante con contrapeso de muelle sin guía superior

c) Puerta basculante con contrapeso

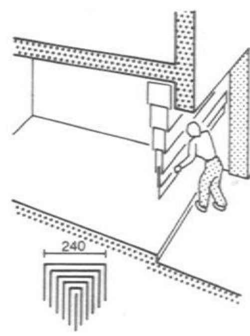
① Puerta basculante



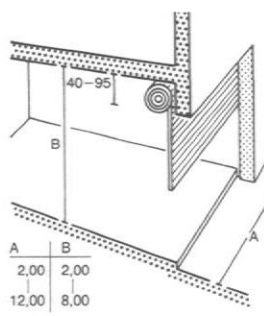
② Puerta plegable



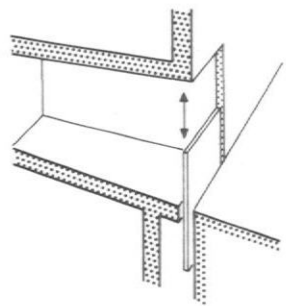
③ Puerta articulada de techo



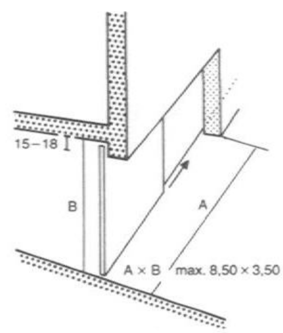
④ Puerta plegable telescópica



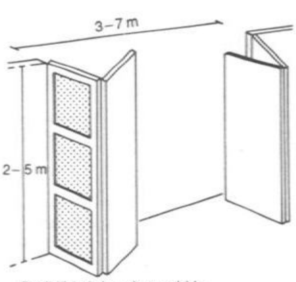
⑤ Puerta enrollable (acero o aluminio)



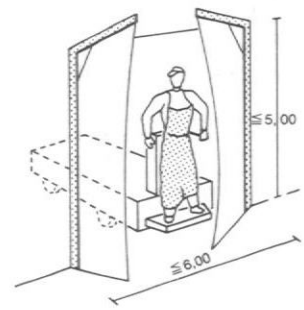
⑥ Puerta ocultable



⑦ Puerta corredera
Puerta corredera acero P30–P90



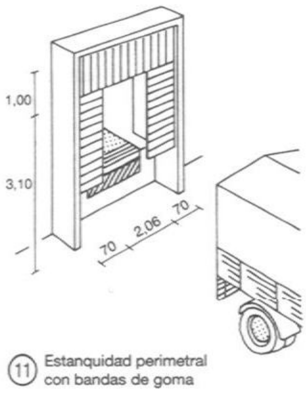
⑧ Puerta plegable con engranaje motriz (puerta de abertura rápida)



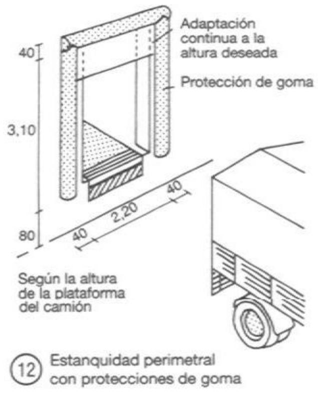
⑨ Puerta pendular de caucho



⑩ Cortina de cintas de PVC para el paso de grandes vehículos



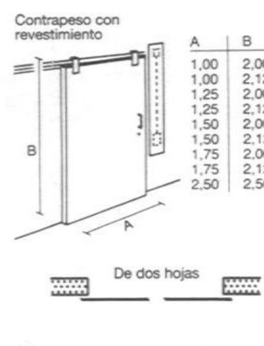
⑪ Estanquidad perimetral con bandas de goma



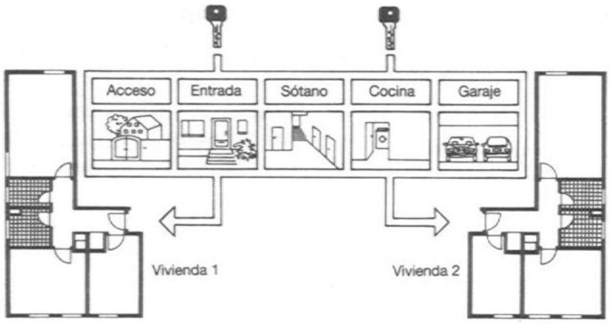
⑫ Estanquidad perimetral con protecciones de goma



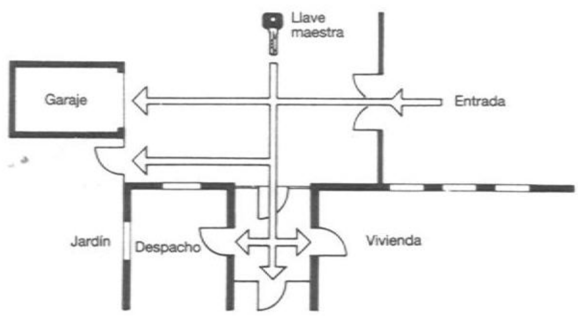
⑬ Puertas cortafuegos P30–P90



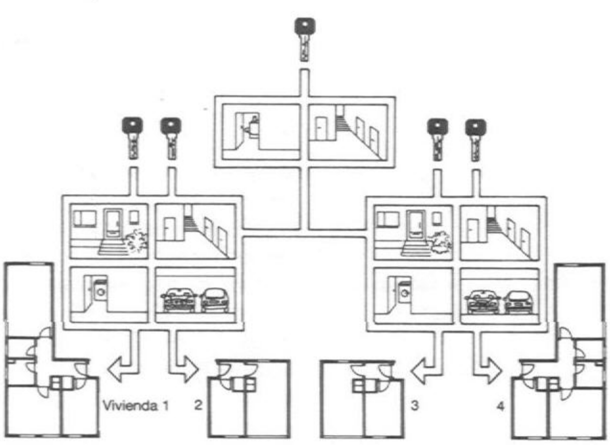
⑭ Puerta corredera cortafuegos P30–P90



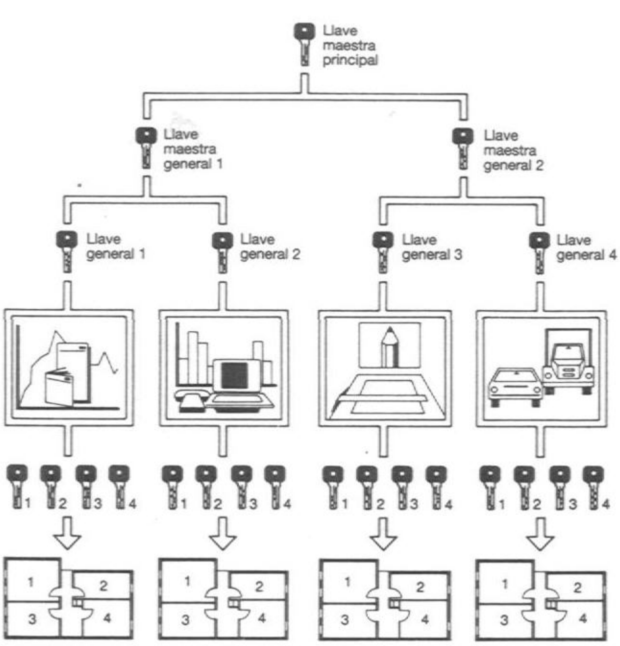
(1) Instalación centralizada de cerraduras



(2) Instalación con llave maestra



(3) Combinación de instalación con llave maestra e instalación centralizada



(4) Instalación con llave maestra principal

Las cerraduras cilíndricas ofrecen la mayor garantía de seguridad, ya que son prácticamente imposibles de forzar. La cerradura cilíndrica tipo LINUS YALE se diferencia considerablemente de otros tipos de cerradura.
Se distingue entre cilindros, semicilindros, cilindros descentrados y cilindros dobles → (6).
Los cilindros se suministran por encargo, con un incremento a un lado o a ambos que sea múltiplo de 5 mm, para que se ajusten al correspondiente espesor de la puerta. El cilindro DOM IX es el que ofrece mayor seguridad → (6).
La anchura variable del sistema IX, permite su utilización en cierres complicados. Al proyectar y pedir un mecanismo de cerradura se realiza un diseño específico con el correspondiente certificado; sólo enseñando este documento se suministran duplicados de las llaves.

Instalación centralizada de cerraduras
En una instalación de estas características, la llave de acceso a cada una de las viviendas cierra también todas las puertas comunes, accesibles a todos los inquilinos, por ejemplo, sótano, patio, entrada al edificio, cubierta. Apropiada para edificios plurifamiliares → (1).

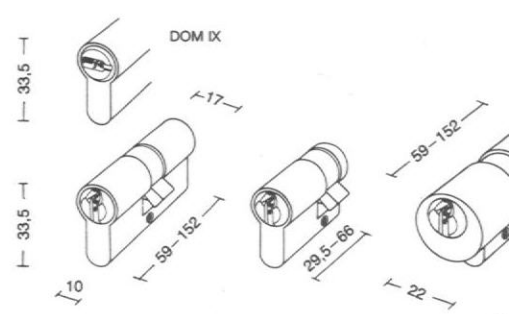
Instalación con llave maestra
En una instalación con llave maestra, existe una llave especial que cierra y abre todos los cilindros del edificio. Apropiada para viviendas unifamiliares, escuelas y pensiones → (2).

Instalación con llave centralizada
Está formada por varias instalaciones con llave centralizada. Apropiada para edificios de viviendas → (3). Cada inquilino cierra con su llave la puerta de su vivienda y además dispone de una llave principal que cierra todas las puertas comunes.

Instalación con llave maestra principal
Esta instalación está formada por varias instalaciones de llaves maestras. La llave maestra principal permite el acceso a todos los espacios que se pueden diferenciar entre sí mediante llaves maestras secundarias. Cada cilindro tiene su propio cierre y sólo puede abrirse, aparte de con la propia llave, con la llave maestra correspondiente.
Aplicación: fábricas, empresas, aeropuertos, hoteles → (4).
Puntos débiles a los que debería prestarse especial atención al proyectar un edificio → (5).

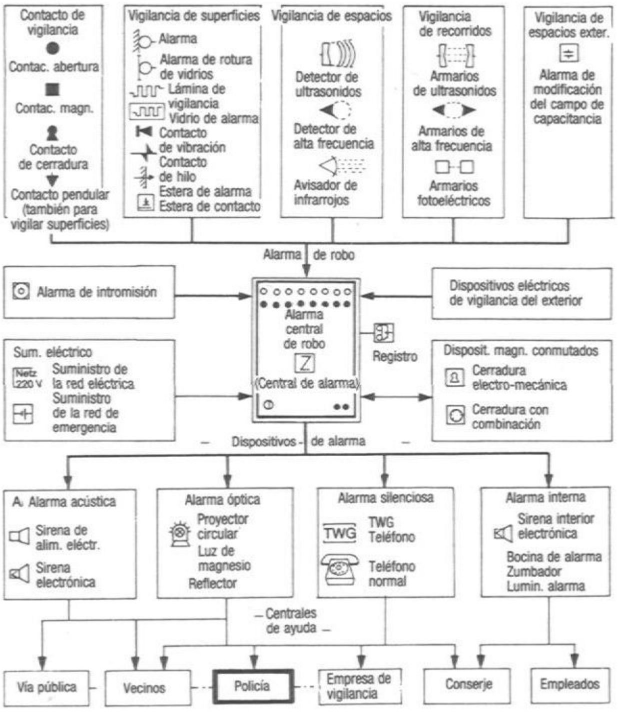
Archivadores de documentos, buzones, puertas de paso, puertas de evacuación, puertas de aseos, guardarropas, muebles, puertas correderas de accionamiento mecánico, puertas de armarios, escritorios, cajones.	Amenazadas
Cuartos de maquinaria de ascensores, cuadro de mandos de ascensores, cuartos de instalaciones eléctricas, puertas de garajes, puertas basculantes de garaje, puertas enrejadas, puertas de cuartos de calderas, puertas de sótanos.	Bastante amenazadas
Puertas de acceso a despachos, puertas de salida a la cubierta, ventanas oscilo-batientes, puertas de acceso, puertas de entrada a viviendas, puertas ocultables, ventanas de sótanos, lucernarios	Muy amenazadas

(5) Lista de chequeo

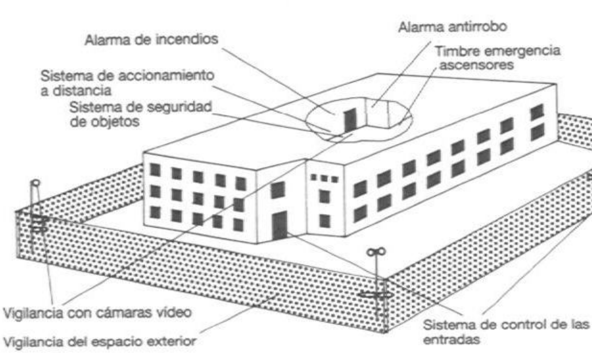


Medidas en mm

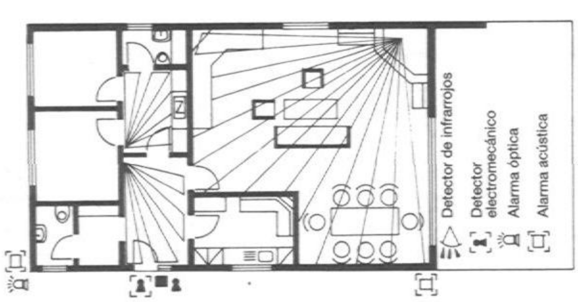
(6) Cilindro doble, semicilindro y cilindro descentrado



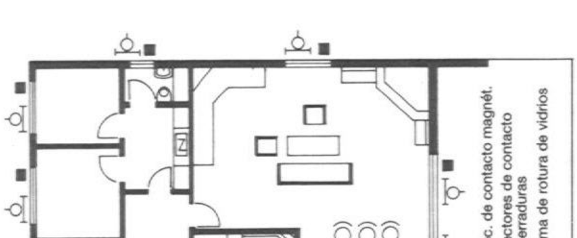
(1) Sistema de alarma antirrobo. Esquema de funcionamiento



(2) Sistemas de seguridad



(3) Seguridad del perímetro exterior en áreas privadas



(4) Sistema de seguridad en áreas industriales y públicas

SEGURIDAD EN EDIFICIOS Y RECINTOS

DIN 57100, 57800, 57804 → 🕮

Por seguridad en edificios y recintos se entienden aquellas medidas que disminuyen el peligro de robos de efectos de valor y atentados contra la vida. De hecho se puede penetrar en un edificio a través de todos sus elementos constructivos, incluso el acero y el hormigón armado se pueden perforar. Los requisitos de seguridad se determinan analizando los puntos débiles y calculando su rentabilidad en función de los costes. La policía colabora y asesora en la elección de las medidas de seguridad y vigilancia a adoptar.

Los **medios de seguridad mecánicos** son medidas constructivas que un delincuente sólo puede superar mediante la fuerza y dejando rastros de violencia.
El criterio fundamental es el grado de resistencia. Los elementos a proteger especialmente en una vivienda son la puerta de entrada, las ventanas y los lucernarios; en un comercio, las vitrinas, accesos, ventanas, lucernarios y vallas. Los medios mecánicos son rejas de acero fijas o enrollables colocadas en los vanos del edificio, las cerraduras de seguridad y las cadenas, entre otros. En los vidrios, su armado con alambre de acero tiene un efecto disuasorio. Las láminas acrílicas o de policarbonato ofrecen un grado de protección más elevado.

Los **sistemas eléctricos de vigilancia** se disparan automáticamente cuando hay un intento de robo o se produce una intromisión en el espacio vigilado. El criterio fundamental es el lapso de tiempo necesario para llegar al lugar afectado, desde que se produce el aviso.
1) Las alarmas de robo (ARo) y las alarmas de intromisión (AIt) sirven para la vigilancia y seguridad de las personas y objetos de un espacio determinado.
Estos sistemas no evitan la intromisión en los espacios vigilados, pero deben detectarla lo más rápidamente posible.
Por consiguiente, la seguridad óptima sólo se puede alcanzar mediante una combinación de medios mecánicos y alarmas. Medidas de vigilancia: vigilancia del perímetro exterior del recinto, vigilancia de los espacios interiores, vigilancia de objetos específicos, alarma de socorro.

Las **alarmas de incendios** (AIn) son alarmas de peligro (AP) que sirven a los afectados para realizar una llamada de socorro directa en caso de incendio.

2) La vigilancia de recintos al aire libre sirve para controlar el perímetro exterior de los edificios y también para proteger un objeto mediante la adopción de medidas en su entorno, por ejemplo, en el espacio libre circundante, por lo general, hasta los límites de la parcela. Consisten en medidas mecánico-constructivas, medidas de detección electrónica y/o medidas de supervisión de las personas. Finalidad: delimitación jurídica, atemorización, disuasión, detección de personas y de vehículos. Observación, identificación, intentos de sabotaje, espionaje. Medidas constructivas: vallas, fosos, muros, barreras, puertas, control de entrada, iluminación. Medidas eléctricas: central de alarmas, detectores, sensores, cámaras de televisión o vídeo, sistema de control de las entradas, conexión a centrales de rango superior. Medidas de organización: personal, observación, supervisión, seguridad, personal técnico, perros de vigilancia.

3) Los sistemas para proteger objetos, también llamados sistemas antirrobo de tiendas, son sistemas electrónicos que sirven para evitar el robo de las mercancías que se exponen en un espacio o ámbito controlado, durante el funcionamiento diurno de la empresa o comercio.

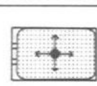
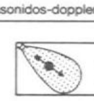
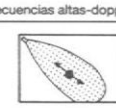
DIN 57100, 57800, 57 804 → 📖
Simbología → p. 21

Mecanismos y lugares a proteger	Contacto de cerradura	Contacto magnético	Contacto de vigilancia	Contacto de paso	Avisador de rotura vidrio	Láminas de vigilancia	Vidrio de alarma	Alarma de impacto	Contacto de vibración	Estera o alambre de alarma	Estera de contacto	Contacto de hilo	Alarma pendular	Dispositivos especiales
Puertas de acceso viviendas	●2)	●	○											
Puertas de cierre	●3)	●	●							○				●4)
Puertas de habitaciones12)	●3)	●	●							○	○5)			
Puertas correderas inter.12)	○3)	○	●	●						○	○5)			
Puertas basculantes garajes		●	○											●6)
Ventanas de varias hojas		●	○		●	○	●		○7)					
Puertas acristaladas		●	○	○	●	○	●		○7)		○5)			
Puertas correderas acristaladas, en el exterior		○		●	●	○	●		○7)		○5)			
Lucernarios		○										●	○	●8)
Ventanas en cubiertas planas		●			●		○9)		○7)					
Paredes de pavés								○	●					
Escaparates, grandes superficies acristaladas					●	●	●		○7)					
Paredes y techos pesados								●	●	○				
Paredes y techos ligeros										●				
Escaleras plegables		○	○							●	○5)	●	○	
Objetos singulares: 12) a) esculturas b) relieves c) cuadros		●												●10)
Pavimentos interiores12)											●			
Armarios blindados12)								●			○5)			●11)
Archivos, armarios de material12)		●	●								○5)			
Conductos, cajones para instalaciones de ventilación												●	●	

Alarma antirrobo ● Muy apropiado ○ Óptimo

1) El empleo de determinadas alarmas tiene algunas limitaciones, por ejemplo, no pueden colocarse sobre vidrio armado.
2) Sobre todo en instalaciones con llave maestra
3) Si la puerta está dotada con apertura magnética
4) Cuando sólo se ha de asegurar la hoja de cierre, ver también puertas con alarma
5) Colocada en el pavimento
6) Contactos magnéticos especiales para colocar en el suelo
7) No utilizable en la llamada área al alcance de la mano o cuando haya cerca una puerta que se mueva
8) Existen lucernarios con alarma incorporada
9) Tener en cuenta las limitaciones debido al peso del vidrio
10) Cuando existan muchos objetos de gran valor se recomiendan protecciones individuales
11) La protección más aconsejable son tele-alarmas de capacitancia
12) Y/o incorporados a la vigilancia del espacio

(1) Vigilancia mediante detectores puntuales o de superficie. Empleo óptimo de las alarmas antirrobo.

Criterios comparativos		Protec. con ultrasonidos	Ultrasonidos-doppler	Frecuencias altas-doppler	Alarma de infrarrojos
Espacio abarcado por el dispositivo de vigilancia					
Superficie abarcada por unidad y alcance máximo		Montaje cenital 90-110 m² Montaje mural aprox. 40 m² hasta 9 m	Según el tipo de aparato, desde 30 hasta 50 m² hasta 14 m	Según el tipo de aparato, desde 150 hasta 200 m² hasta 25 m	Según el tipo de aparato, desde 60 hasta 80 m² En salas hasta 12 m En pasillos hasta 60 m
Vigilancia completa del espacio (más del 80 %)		Posible	Imposible	Imposible	Posible
Aplicación típica		— Salas grandes y pequeñas — Pasillos — Vigilancia parcial o total del espacio	— Salas grandes y pequeñas — Vigilancia parcial del espacio — Detector volumétrico	— Salas grandes y alargadas — Vigilancia parcial del espacio — Detector de grandes espacios	— S. grandes y pequeñas — Vigilancia total o parcial del espacio — Detector volumétrico — Al mismo tiempo alarma de incendios
Límite de temperatura ambiental	menos de 0 °C	Admisible	Admisible	Óptimo	Óptimo
	de 0 a 50 °C	Óptimo	Óptimo	Óptimo	Óptimo
	más de 50 °C	Inadmisible	Inadmisible	Óptimo	Inadmisible
¿Pueden instalarse varios detectores en la misma sala?		Sin problemas	Con limitaciones	Con limitaciones	Sin problemas
Influencia de los espacios adyacentes o del exterior		Sin problemas	Sin problemas	No recomendable	Sin problemas
Posibles causas de falsas alarmas		— Fuertes ruidos en la franja de ultrasonidos — Calefacción por aire en las cercanías del detector — Fuertes turbulencias en el aire — Paredes poco rígidas — Objetos móviles, por ejemplo, animales domésticos	— Fuertes ruidos en la franja de ultrasonidos — Calefacción por aire en la sala — Turbulencias en el aire — Paredes poco rígidas — Objetos móviles, p.e., animales domésticos — Perturbaciones en proximidad detector (demasiada sensibilidad)	— Refracción de rayos por reflexiones en objetos metálicos — La radiación que atraviesa paredes y ventanas — Paredes poco rígidas — Objetos en movimiento, p.e., animales domésticos, ventiladores... — Influencias electromag.	— Fuentes caloríficas con cambios bruscos de temperatura, p. e., lámparas de incandesc., radiadores eléctricos, fuego en las proximidades — Luz directa, potente y cambiante sobre detec. — Objetos en movimiento, por ejemplo, animales domésticos

(2) Vigilancia del espacio. Criterios comparativos más importantes

4) Los sistemas de control de los accesos, control electrónico de la entrada, son unos dispositivos que, en conexión con un mecanismo mecánico, sólo permiten el acceso a un edificio o espacio, tras una comprobación de la identidad.
Mediante un dispositivo electrónico se evalúa la admisibilidad de una persona determinada. Técnicamente es posible combinar un sistema de control del acceso con un temporizador.

5) Los sistemas a distancia consisten en transmitir y/o intercambiar datos, entre dos lugares a través de la red pública de telefonía. Las redes alemanas TEMEX/DATEX/BTX permiten la vigilancia a distancia, comprobación, diagnóstico, regulación, cuestionario a distancia, y verificación de datos.

6) Sistemas de vigilancia, supervisión, control, grabación con cámaras y monitores manuales y/o automáticos en el interior o exterior de un edificio, de noche y de día los 365 días del año.

7) En todos los ascensores de personas y montacargas se ha de instalar un sistema de llamada de emergencia. Los timbres de alarma de los ascensores están pensados, en primer lugar, para liberar a las personas atrapadas en su interior lo más rápidamente posible.
Las personas encerradas en un ascensor pueden contactar oralmente con la correspondiente central, que ha de estar ocupada de forma permanente, encargada del salvamento/liberación.

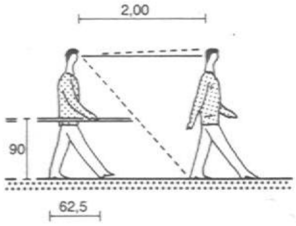
ESCALERAS

DIN 18064-65, 4174

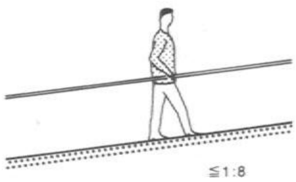
Los requisitos mínimos de una escalera difieren de unas normas a otras; la norma DIN 18065 establece las medidas que han de cumplir las escaleras.

En los edificios con menos de dos viviendas, la anchura útil de las escaleras ha de ser de 80 cm, y la relación contrahuella/huella 17/28; las escaleras que no son imprescindibles, según las ordenanzas han de tener una anchura mínima de 50 cm y una relación contrahuella/huella de 21/21. Las escaleras necesarias han de tener una anchura mínima de 100 cm y una relación huella/contrahuella de 17/28. Las que están situadas en una caja de escalera con una anchura superior a 125 cm, se calculan en función del tiempo de evacuación deseado → p.e. teatros. Los tramos de escalera tendrán un mínimo de 3 peldaños y un máximo de 18 → ⑤. Longitud de los rellanos = n x longitud de un paso + 1 huella (p. e. para una escalera de relación 17/29: 1 × 63 + 29 = 92 cm o bien: 2 × 63 + 29 = 155 cm). Las puertas que se abren hacia la escalera no pueden estrechar el paso libre.

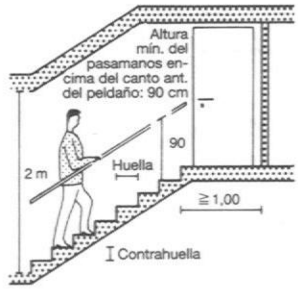
En las escaleras exteriores, se obtienen pendientes cómodas introduciendo rellanos cada 3 peldaños; de esta manera, en un teatro o en un jardín, la ascensión es lenta porque la pendiente es más suave. Por el contrario, las escaleras para una entrada auxiliar o una salida de urgencia han de permitir superar el desnivel con rapidez.



① Longitud del paso de una persona adulta sobre una superf. horizontal



② Al aumentar la pendiente disminuye la longitud de los pasos. Pendientes cómodas: 1:10 - 1:8



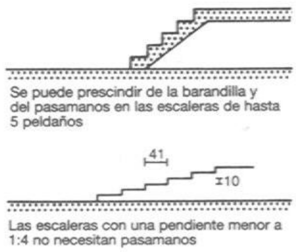
③ La escalera óptima tiene una relación 17/29. Longitud de paso: 2 contrahuellas + 1 huella = aprox. 62,5 cm



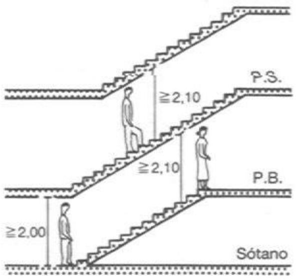
④ Escaleras a la molinera con barandilla



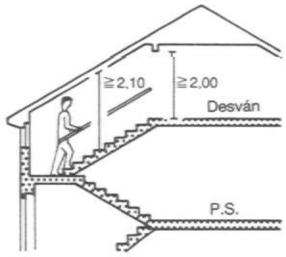
⑤ Escalera normal 17/29. Rellano cada 18 peldaños como máximo



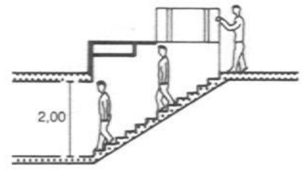
⑥ Escaleras sin pasamanos



⑦ Las escaleras superpuestas adecuadamente ahorran espacio



⑧ Cuando la inclinación de la cubierta coincide con la de la escalera, se ahorran espacio y costosos cambios de dirección



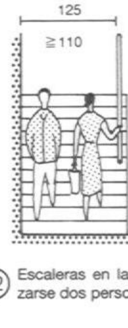
⑨ Se han de evitar las trampillas encima de las escaleras al sótano. En cambio, el ejemplo reproducido es ventajoso y está exento de peligro



⑩ En las escaleras de caracol la línea de huella se sitúa de 35 a 40 cm de la zanca exterior



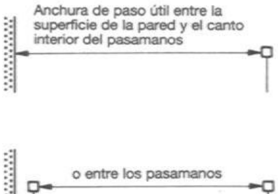
⑪ En las escaleras rectilíneas, la línea de huella se sitúa a 55 cm de la barandilla



⑫ Escaleras en las que pueden cruzarse dos personas

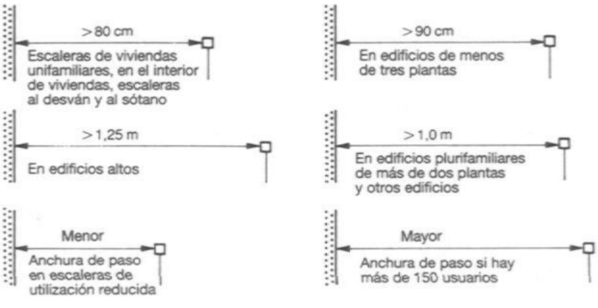


⑬ Anchura mínima para tres personas

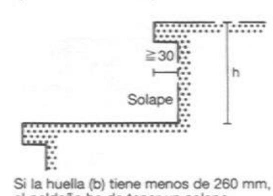


Las escaleras han de tener un pasamanos sólido. En las de más de 4 m de ancho colocar un pasamanos intermedio. En las escaleras de caracol, situar el pasamanos en el lado exterior

⑭ Medidas mínimas de una escalera



⑮ Dimensión de la anchura de paso útil



Si la huella (b) tiene menos de 260 mm, el peldaño ha de tener un solape ≧ 30 mm

⑯ La relación entre huella y contrahuella no puede variar a lo largo de la línea de huella

ESCALERAS

DIN 18064-65, 4174

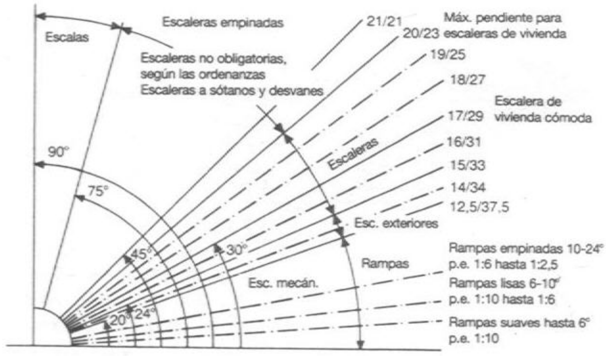
Las sensaciones al ascender por una escalera pueden variar mucho: desde las diferentes posibilidades de diseñar las escaleras de una vivienda, hasta las posibilidades que ofrece una escalera en el exterior, por la que ascender o descender apenas requiere esfuerzo. Ascender por una escalera exige un consumo energético siete veces superior al requerido para andar sobre una superficie horizontal; el esfuerzo psicológicamente óptimo se consigue con una pendiente de unos 30° y una relación entre contrahuella (C) y huella (H) de 17/29.

Esta relación se obtiene a partir de la longitud del paso normal de una persona adulta (aprox. 61–64 cm). Para calcular la relación óptima que minimiza el consumo energético se ha de aplicar la siguiente fórmula: $2C + H = 63$ (1 paso).

Al dimensionar y diseñar una escalera, además de las características citadas más arriba, es importante tener en cuenta la función posterior de la escalera y el objetivo formal.

En las escaleras exentas de gran circulación, los peldaños han de ser más bajos: aprox. 16 × 30 cm; en cambio, las escaleras de un taller o de una salida de emergencia han de permitir superar con rapidez el desnivel. Todas las escaleras obligatorias, según las ordenanzas, han de estar situadas en una caja de escalera propia, cuyo acceso y salida al exterior pueda utilizarse, sin peligro, como recorrido de evacuación en caso de emergencia. Anchura de la salida ≧ anchura de la escalera.

Desde cualquier punto del interior de un edificio la escalera más próxima no puede distar más de 35 m. Si hay varias escaleras, éstas se han de repartir de manera que los recorridos de emergencia sean lo más cortos posible. Las puertas de acceso a una escalera desde el sótano, desván, talleres, comercios, almacenes y espacios similares han de tener, como mínimo, una resistencia al fuego RF-30.



(1) Pendientes de rampas, escaleras exentas, escaleras de viviendas, cuartos de maquinaria y escaleras empinadas

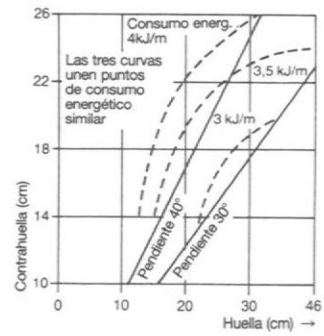
Desnivel entre pisos	Escaleras de dos tramos Poca pendiente		Escaleras de uno o dos tramos Poca pendiente	
	N.° peldaños	Huella	N.° peldaños	Huella
a	b	c	f	g
2250	–	–	13	173,0
2500	14	178,5	15	166,6
2625	–	–	15	175,0
2750	16	171,8	–	–
3000	18	166,6	17	176,4

(2) Desnivel entre pisos y pendiente de la escalera

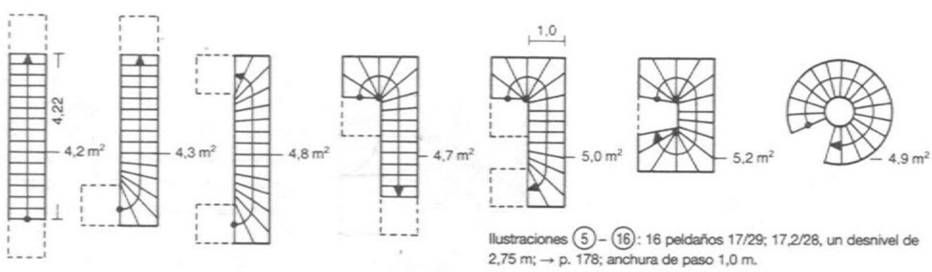
Tipo de edificio	Tipo de escalera		Anchura de paso útil	Huella H[2)]	Contrahuella C[3)]
Edificios con un máximo de 2 viviendas[1)]	Escaleras obligatorias	Las escaleras que llevan a zonas de estar.	≧ 80	17 ± 3	28^{+9}_{-5}
		Escaleras al sótano o al desván	≧ 80	≦ 21	≧ 21
	Escaleras no obligatorias (adicionales), DIN 18064/11.79, apartado 2.5		≧ 50	≦ 21	≧ 21
Escaleras no obligatorias (escaleras secundarias en el interior de viviendas)			≧ 50	Sin determinar	
Otros edificios	Escaleras obligatorias		≧ 100	17^{+2}_{-3}	28^{+9}_{-2}
	Escaleras no obligatorias (auxiliares), véase DIN 18064/11,79, apartado 2.5		≧ 50	≦ 21	≧ 21

[1)] Comprende también viviendas-duplex en edificios con más de dos viviendas
[2)] Pero no < 14 cm; [3)] pero no > 37 cm = determinación de la relación H/C.

(3) Escaleras en edificios de viviendas, DIN 18065

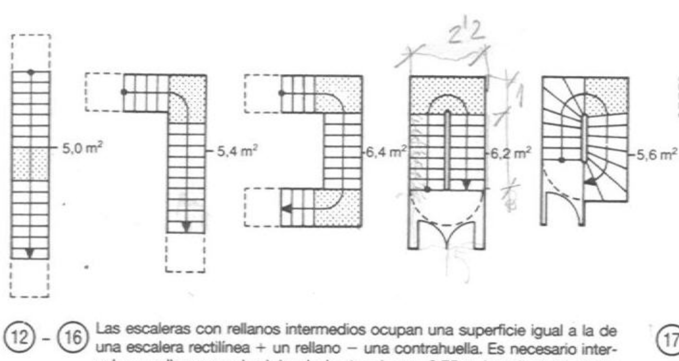


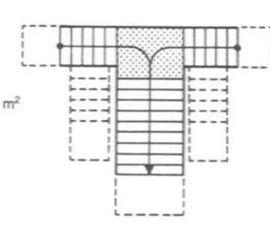
(4) Consumo energético de un adulto al subir por una escalera



Ilustraciones (5) – (16): 16 peldaños 17/29; 17,2/28, un desnivel de 2,75 m; → p. 178; anchura de paso 1,0 m.

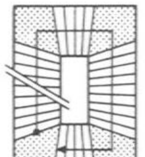
(5) – (11) Las escaleras sin rellano intermedio ocupan prácticamente la misma superficie en planta, con independencia de su forma; el recorrido desde la salida de un tramo hasta el arranque de otro puede acortarse considerablemente girando los peldaños → (6) – (11), aconsejable en edificios de varias plantas.



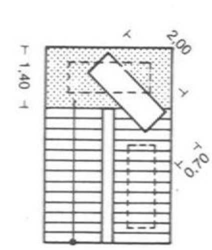


(12) – (16) Las escaleras con rellanos intermedios ocupan una superficie igual a la de una escalera rectilínea + un rellano – una contrahuella. Es necesario intercalar un rellano cuando el desnivel entre pisos ≧ 2,75 m. Longitud del rellano ≧ anchura de paso de la escalera

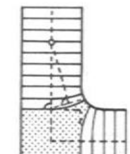
(17) Las escaleras de tres tramos son caras, poco funcionales y ocupan mucho espacio



(18) Arranque en diagonal y peldaños en forma de cuña

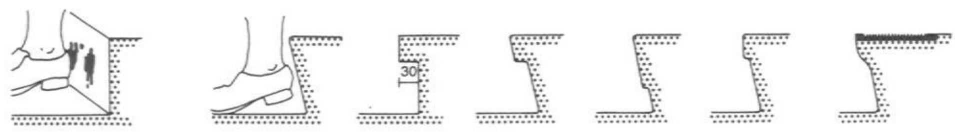


(19) Dimensiones mínimas para transportar muebles



(20) Compensar los peldaños permite disminuir la longitud del rellano en las escaleras estrechas

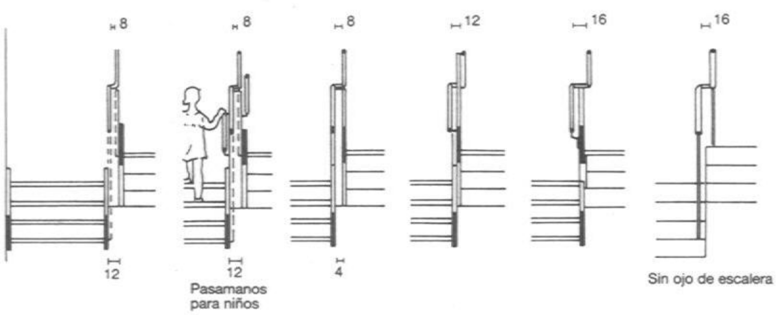
Escaleras Ascensores



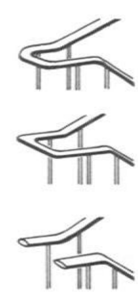
(1) Perfiles de peldaños



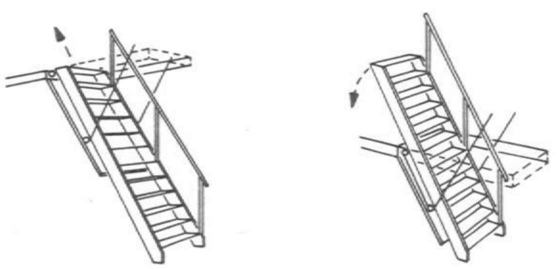
(2) Perfiles de pasamanos



(3) Posición relativa de pasamanos y zanca



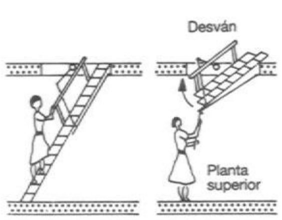
(4) Pasamanos en el rellano



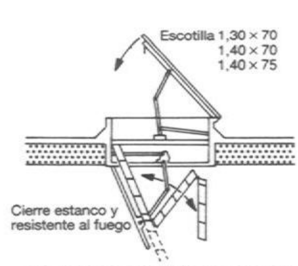
(5) Escaleras deslizables, escaleras plegables en 1, 2 y 3 partes → (7)



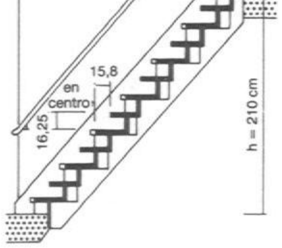
(6) Escalera (de tijera) incorporada a una trampilla (para desniveles de 2,00 a 3,80 m)



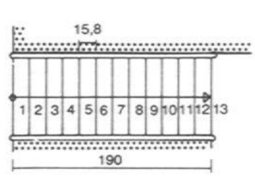
(7) Si falta sitio para acceder al desván, basta con una escalera plegable de aluminio o madera → (5) - (6).



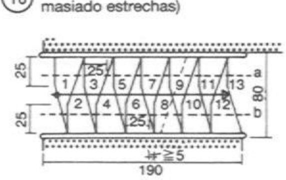
(8) Escalera plegable para acceder a una cubierta plana



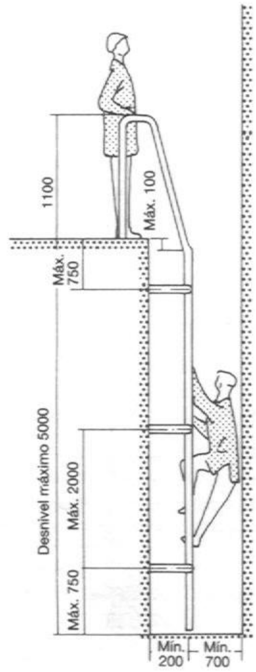
(9) Escalera de peldaños alternos de madera, sección por el centro



(10) Escalera normal (contrahuellas demasiado estrechas)



(11) Planta con una contrahuella en a y b ≧ 20 cm



(12) Escalera de gato empotrada

Perfil de los peldaños. Para evitar las manchas ocasionadas por el roce del betún de los zapatos en el frente de los peldaños → (1), éste se suele rehundir con lo que aumenta la contrahuella.
Un adulto necesita mayor anchura a la altura del pasamano y menos a la altura de los pies. A ras de suelo, la anchura de paso puede ser menor para aumentar el ojo de la escalera.

Este desplazamiento del pasamano respecto a las zancas permite además una mayor rigidez en la fijación de la barandilla a la zanca. Dejando un ojo de escalera de 12 cm se puede fijar la barandilla de manera óptima a la zanca; pasamano desplazado hacia el interior → (3).

Los pasamanos para niños se colocan a unos 60 cm de altura. Los balcones, galerías, palcos, y antepechos se han de proteger con barandillas (a partir de 1 m de desnivel es obligatorio).

Si la altura desde el suelo es
< 12 m = 0,90 m
> 12 m = 1,10 m

Las escaleras empinadas tienen pendientes de 45 a 55°. Si por motivos funcionales la huella ha de ser mayor, por ejemplo si la longitud de la línea de huella es demasiado corta, se puede utilizar una escalera, llamada samba, con peldaños alternados, → (12). El número de contrahuellas de una escalera reducida ha de ser el menor posible, y su altura inferior a 20 cm. La contrahuella se ha de medir (de forma alterna) en los ejes respectivos al pie izquierdo (a) y al derecho (b) → (12).

Altura libre	Dimensiones de la escalera (cm)
220–280	100 × 60 (70)
220–300	120 × 60 (70)
220–300	130 × 60 (70+80)
240–300	140 × 60 (70+80)

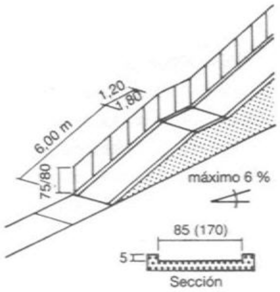
Anchura de la trampilla:
A = 59; 69; 79 cm

Profundidad de la trampilla:
P = 120; 130; 140 cm

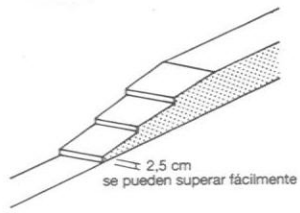
Espesor de la trampilla:
E = 25 cm

(13) Escaleras plegables → (5) - (8)

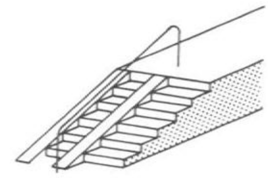
ESCALERAS
RAMPAS
ESCALERAS DE CARACOL

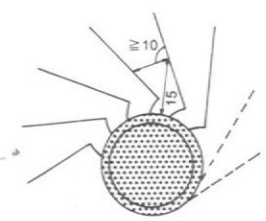


(1) Rampa



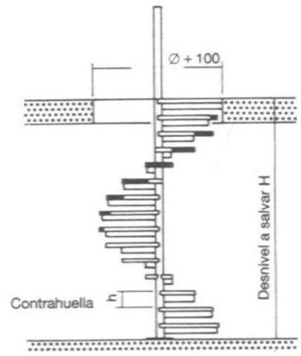
(2) Rampa escalonada


(3) Rampa con peldaños

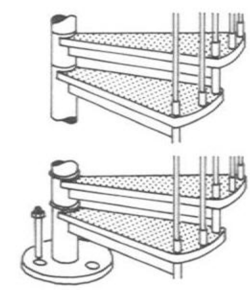


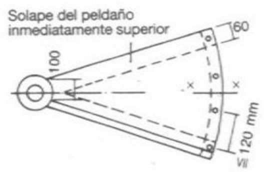
Si el canto anterior de los peldaños es tangente al mástil central, se ensanchan las huellas

(4) Contrahuellas de una escalera de caracol

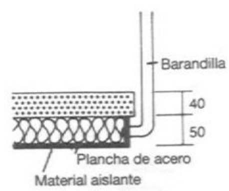


(5) Escalera de caracol con mástil → (13)

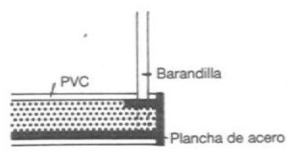

(6) Peldaños de madera, acero, y piedra artificial o natural



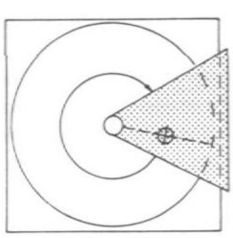
(7) Configuración de los peldaños

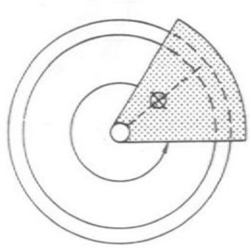


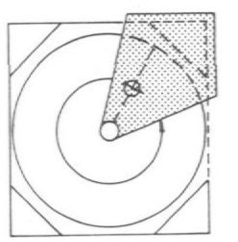
(8) Peldaño macizo de madera



(9) Lámina de PVC sobre mortero


(10) Hueco cuadrado


(11) Hueco circular


(12) Hueco poliédrico

Los peatones, los minusválidos en silla de ruedas, y las personas con cochecitos para niños, tienen derecho a superar todos los desniveles.

Rampas → (1), rampas escalonadas → (2), rampas + peldaños → (3), pendiente → p. 176 (1).

Escaleras de caracol con, o sin, mástil central

Se pueden construir escaleras de caracol con un diámetro a partir de 210 cm en viviendas unifamiliares o bifamiliares (anchura mínima de paso 80 cm), y a partir de 260 cm en los demás edificios (anchura mínima de paso 1,00 m).

Solo está permitido construir escaleras de caracol con una anchura de paso inferior a 80 cm cuando se trata de escaleras «no necesarias según las ordenanzas» (sótanos, desvanes, etc.). Peldaños de plancha perforada, religa, mármol, madera, piedra artificial.

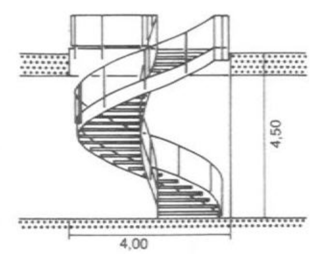
Peldaños de plancha metálica con revestimiento sintético o textil → (6) – (9).

Escaleras prefabricadas con piezas de acero, aluminio, o madera. Aplicaciones: escaleras de incendios o auxiliares → (13). Barandillas de acero, madera o plexiglás → (14). Las escaleras de caracol ocupan poco espacio y aunque el mástil central les da mayor rigidez → (5) – (6), también pueden construirse sin él, como en el caso de las escaleras de caracol con ojo → (14) – (15).

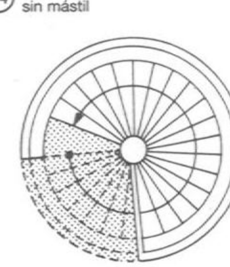
Ejemplos de aplicación y detalles

Aplicación	Circulación en un solo sentido								Posibil. doble sentido				Circulación en dos sentidos						
	Comodidad relativa					Cómodas			Muy cómodas				Extraordinariamente cómodas						
						Trans. muebles pequeños			Posible transportar muebles desmont.				Pos. transp. muebles			Para tránsito intenso			
Espacio auxiliar																			
Sótano, desván																			
Cuarto de juegos																			
Dormitorios, sauna																			
Piscina, laboratorio																			
Taller, jardín																			
Galería, pequeño almacén																			
Tienda, aseos																			
Viviendas dúplex, tiendas																			
Oficinas, almacenes																			
Consultas médicas, comercio																			
Salas de huéspedes																			
Escalera de incendios																			
Escalera oblig. en viv. unif.																			
Diámetro de las escaleras (medida nominal)	1200	1250	1300	Hasta	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	Hasta	2050	2100	2150	2200	Hasta	2400
Anchura de paso en mm	516	541	566		653	678	703	728	753	778	625	650		750	775	800	825		925
	Entre mástil y pasamanos										Desde una anchura de huella ≧ 10 cm								

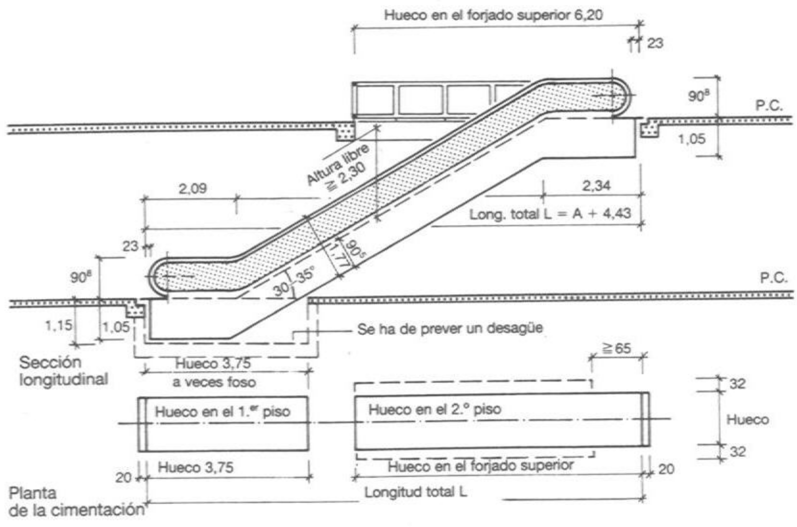
(13) Dimensiones mínimas de las escaleras de caracol según su función



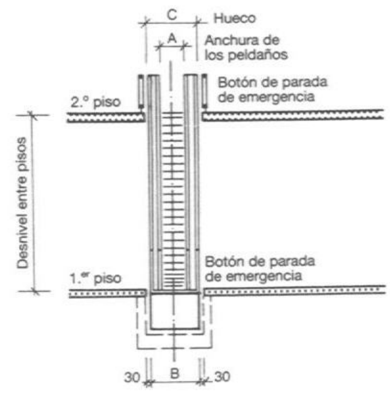
(14) Alzado de una escalera de caracol sin mástil


(15) Planta de (14)

Escaleras Ascensores



(1) Escalera mecánica: sección longitudinal y planta de cimentación



(2) Vista frontal de la escalera mecánica

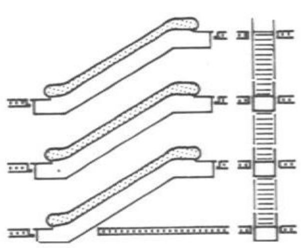
Anchura peldaños	600	800	1000
A	605–620	805–820	1005–1020
B	1170–1220	1320–1420	1570–1620
C	1280	1480	1680
Rendimiento/h	5000–6000 personas	7000–8000 personas	8000–10 000 personas

(3) Dimensiones y prestaciones de escaleras mecánicas con una pendiente entre 30° y 35° (27/18)

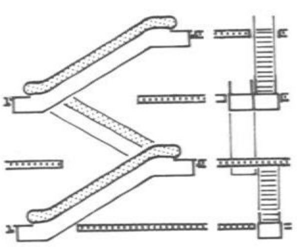
Capacidad de transporte

$$C = 3600 \times \frac{N \times V}{t} \times f \text{ (pers./h)}$$

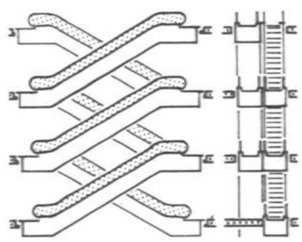
donde
N = número de personas por peldaño (1; 1,5; 2)
v = velocidad de la escalera
t = profundidad de los peldaños
f = factor de aprovechamiento de la escalera: 0,5 – 0,8



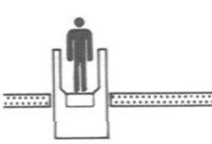
(4) Escaleras superpuestas en paralelo



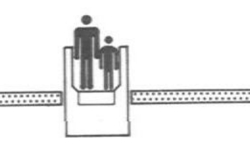
(5) Escaleras superpuestas con cambio de sentido



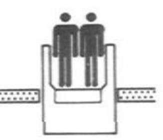
(6) Escaleras dobladas en sentido opuesto



(7) Escalera mecánica de 60 cm de anchura



(8) 80 cm de anchura



(9) 1,00 m de anchura

Longitud en planta: → (1)

Con una pendiente de 30° = 1,732 × altura entre plantas.
Con una pendiente de 35° = 1,428 × altura entre plantas.
Ejemplo: altura entre plantas: 4,50 m; pendiente: 30°. (Hay países en los que no está permitida una pendiente de 35°.)
Longitud en planta: 1,732 × 4,5 = 7,794.
Añadiendo las superficies horizontales de entrada y salida resulta una longitud de aprox. 9 m; por lo tanto, en la escalera, caben unas 20 personas.

Velocidad	Duración de la ascensión de 1 persona	Con una anchura suficiente para 1 persona	2 personas, una al lado de otra
0,5 m/seg	≈ 18 seg	4000	8000
0,65 m/seg	≈ 14 seg	5000	10000
		Personas/h transportadas	

(10) Prestación → (1) - (3)

En Alemania, para la instalación y el mantenimiento de escaleras mecánicas rige la norma «Directrices para escaleras mecánicas» publicadas por la Asociación de Industriales y Fabricantes. Las escaleras mecánicas → (1) – (3) se utilizan para el transporte ininterrumpido de personas. (De cara a las ordenanzas no pueden considerarse estrictamente como escaleras, sino como medios mecánicos de elevación y transporte.) Las escaleras mecánicas, por ejemplo en los grandes almacenes, tienen una pendiente de 30 o 35°; la de 35° de pendiente es la más económica, porque ocupa menos espacio en planta.

Sin embargo, si el desnivel es grande, se suele preferir, por motivos psicológicos y de seguridad, una pendiente de 30°. La capacidad de transporte es similar para ambas pendientes.

En lugares de gran tránsito es conveniente emplear una pendiente de 27° a 28°, que corresponde a una relación entre huella y contrahuella de 16/31 cm.

La anchura de los peldaños se determina a partir de la norma de utilización universal: 60 cm (1 persona), 80 cm (1 – 2 personas), 100 cm (2 personas) → (7) – (9). Con una anchura de 100 cm hay suficiente espacio para una persona con bolsas.

Prever suficiente espacio libre a la salida y delante del arranque de la escalera, ≧ 2,50 m de profundidad.

Por lo general, en grandes edificios de oficinas, grandes almacenes, aeropuertos y palacios de congresos la velocidad no debe ser superior a 0,5 m/seg.

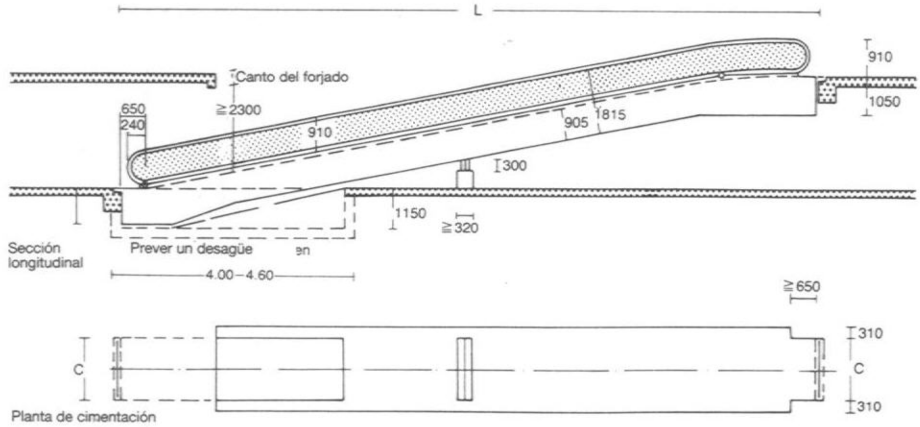
En las estaciones de metro e instalaciones de transporte público suele preferirse una velocidad de 0,65 m/seg.

Porcentaje de usuarios que utilizan los diferentes medios de desplazamiento vertical para subir, en los grandes almacenes: escaleras fijas 2 %, ascensores 8 %, escaleras mecánicas 90 %.

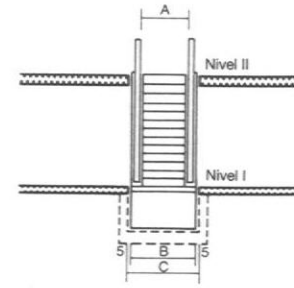
Cerca del 75 % utiliza las escaleras mecánicas también para descender. Aunque actualmente se instale una escalera mecánica por cada 1500 m^2 de superficie de ventas, lo óptimo sería instalar una por cada 500 a 700 m^2.

Las escaleras mecánicas en edificios públicos han de cumplir las «Directrices para escaleras mecánicas» (Bostrab) que impone severas condiciones de funcionamiento, instalación y seguridad. Pendiente entre 27°, 18° y 30°.

Dimensiones y prestaciones → (1) – (3).



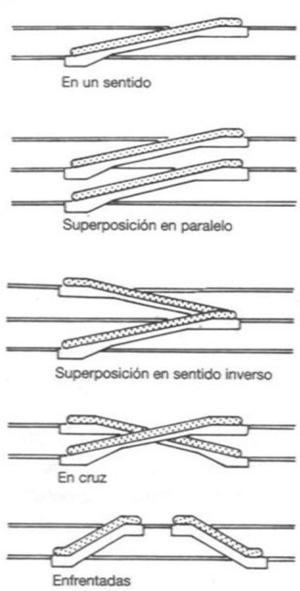
(1) Rampa mecánica, sección longitudinal y planta de cimentación



(2) Sección transversal → (1)

Tipo	60	80	100
A	600	800	1000
B	1220	1420	1620
C	1300	1500	1700

(3) Dimensiones → (1) - (2)

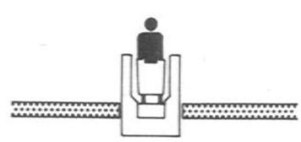


(4) Disposición de rampas mecánicas

La capacidad de una rampa mecánica se calcula con la fórmula:

$$Q = \frac{K \cdot B \cdot V \cdot 3600}{0{,}25} \text{ personas/h}$$

donde: B = anchura libre en metros, V = velocidad en m/s, K = factor de ocupación. Entre 0,5 y 0,9; valor medio: 0,7. El 0,25 en el divisor se deriva de una superficie de 0,25 m²/persona.



(5) Una persona con carrito de compra 60 cm anchura (80 cm)



(6) Dos personas 1 m de anchura

RAMPAS MECÁNICAS PARA GRANDES ALMACENES (DIRECTRICES COMUNES PARA RAMPAS Y ESCALERAS MECÁNICAS)

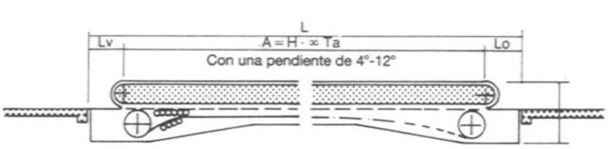
Directrices Bostrab, DIN-EN 115

Pendiente	10°	11°	12°
d	Sx5,6713 + 15480	Sx5,1446 + 14100	Sx4,7046 + 12950
g	6400	5900	5450
i	Hx5,6713 + 3340	Hx5,1445 + 3150	Hx4,7046 + 2990

(11) Rampa con arco superior de transición → (1)

Cinta horizontal	Con placas articuladas	Cinta transp. de goma	Cinta doble
Anchura útil S	800 ÷ 1000	750 ÷ 950	2 × 800 ÷ 2 × 1000
Anchura exterior B	1370 ÷ 1570	1370 ÷ 1570	3700 ÷ 4200
Ejecución	Construcción horizontal ≧ 4° inclinación		
Longitud de un sector	12-16 m		~ 10 m
Separación entre apoyos	En función de los requisitos estructurales		
Máxima longitud	225 - 300 m		
Capacidad de transporte	40 m/min		11 000 Pers./h

(12) Dimensiones y rendimiento de las cintas transportadoras horizontales → (7) - (8)



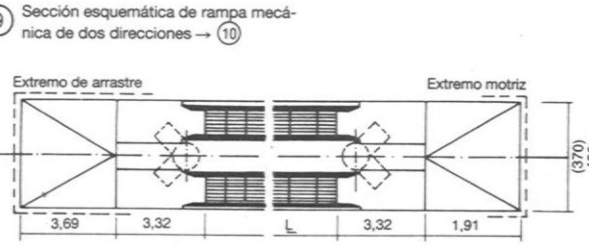
(7) Sección de una rampa mecánica con cinta transportadora de goma



(8) Planta → (7)



(9) Sección esquemática de rampa mecánica de dos direcciones → (10)



(10) Planta de rampa mecánica de dos direcciones, con giro de la cinta transportadora en horizontal → (9)

Las rampas o los tapices rodantes son medios para el transporte de personas en superficies horizontales o de poca pendiente. La ventaja de las rampas mecánicas frente a las escaleras es que permiten transportar carros de compra, sillas de minusválidos, bicicletas y cochecitos de niños, sin apenas peligro de accidente. Al proyectarlas se ha de prever cuidadosamente el número de posibles usuarios, para optimizar su rendimiento, que depende en gran medida, de la anchura, la velocidad y el factor de ocupación. Se pueden llegar a transportar de 6000 a 12 000 personas por hora. Máxima pendiente de las rampas mecánicas 12° = 21 %. Velocidad normal: 0,5 a 0,6 m/seg. Las rampas de pendiente inferior a 4° pueden funcionar a una velocidad algo mayor hasta 0,75 m/seg. Las rampas mecánicas más cortas suelen tener una longitud de unos 30 m y las más largas hasta 250 m. En este caso se han de prever rellanos intermedios para facilitar la salida o acceso desde varios puntos.

La ventaja de los tapices rodantes de dos direcciones se debe a la posibilidad de utilizar la misma cinta transportadora haciéndola girar horizontalmente por los extremos → (9), en oposición a → (7) - (8). Su escaso grosor (180 mm) permite instalarlos en edificios ya existentes.

Valores de la cotangente del ángulo de inclinación de la rampa
Fórmula = cotg B × desnivel

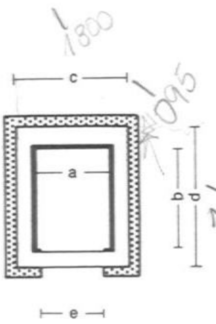
pendiente en °	10°	11°	12°
cotg B	5,6713	5,1446	4,7046

por ejemplo, desnivel = 5 m, pendiente 12°
Longitud = 4,7046 × 5 m = redondeado 23,52 m.

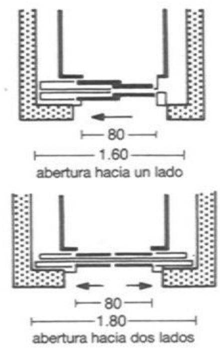
P.C. → canto superior del pavimento

ASCENSORES

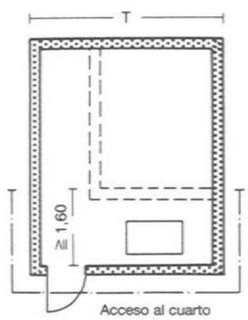
Ascensores para personas en edificios de viviendas
DIN 15306 → 📖



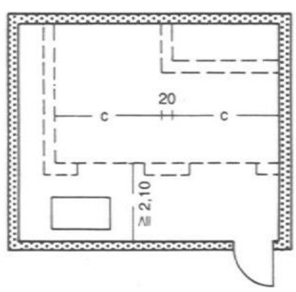
① Planta de la caja de ascensor



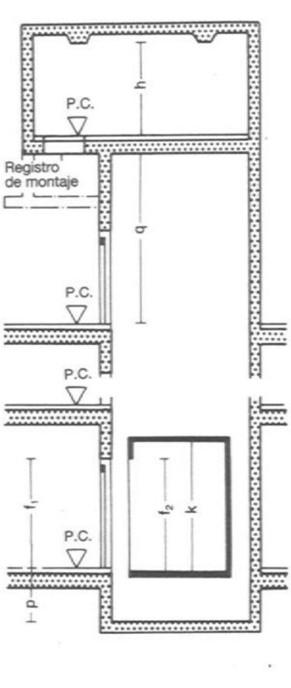
② Puertas



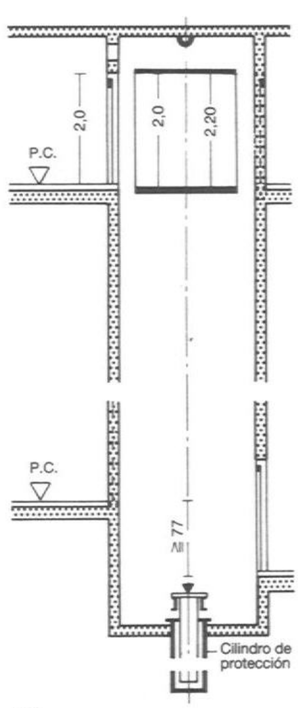
③ Cuarto de máquinas



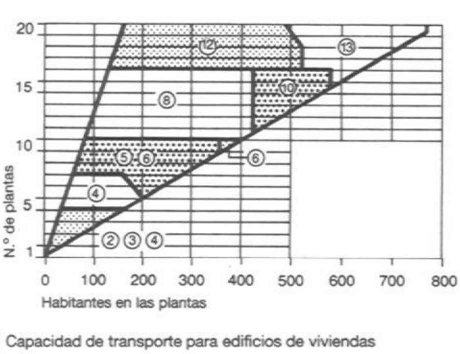
④ Cuarto de máquinas de un grupo de ascensores



⑤ Caja de ascensor y cuarto de máquinas



⑥ Caja de ascensor hidráulico



⑦ Capacidad de transporte para edificios de viviendas

La circulación vertical en los edificios de varias plantas de nueva construcción se realiza fundamentalmente con ascensores. Por lo general, el arquitecto diseña la instalación de ascensores con la colaboración de un ingeniero especializado. En los grandes edificios de varias plantas es conveniente agrupar los ascensores en torno a un nudo de circulación. Los montacargas se han de separar visualmente, con claridad, de los ascensores para personas, pero al mismo tiempo se ha de prever su uso para la circulación de personas en las horas punta.

Capacidades de carga de los ascensores en edificios de viviendas:
400 kg (ascensor pequeño) para personas, con paquetes.
630 kg (ascensor medio) permiten el acceso a cochecitos de niños y sillas de ruedas
1000 kg (ascensor grande) permiten el traslado de enfermos, ataúdes, muebles y sillas de ruedas para minusválidos. → ⑧

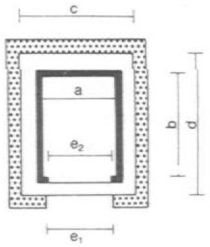
Las dimensiones del espacio de espera delante de los ascensores se ha de diseñar de manera
- que los usuarios que entran y salen, incluso llevando equipaje de mano, no se molesten mutuamente más de lo imprescindible.
- que la mayor carga a transportar (p.e., cochecito de niño, silla de ruedas, camilla, ataúd, mueble) se pueda entrar y sacar sin riesgo de daños a las personas, elementos constructivos o al propio ascensor.

Espacio de espera delante de un ascensor aislado.
La distancia útil entre la puerta del ascensor y la pared opuesta ha de ser al menos igual a la profundidad de la cabina.
La superficie útil ha de ser al menos igual a la profundidad de la cabina multiplicada por la anchura de la caja del ascensor.
Espacio de espera delante de un grupo de ascensores alineados.
La distancia útil entre la puerta del ascensor y la pared opuesta ha de ser al menos igual a la profundidad de la cabina más profunda.

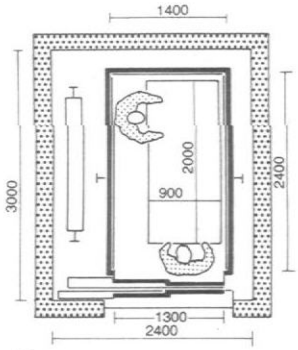
Escaleras Ascensores

	Capacidad de carga	kg	400			630				1000			
	Velocidad de transporte	≤m/	0,63	1,00	1,60	0,63	1,00	1,60	2,50	0,63	1,00	1,60	2,50
Caja	Anch. mín. de la caja c	mm	1800			1800				1800			
Caja	Profund. mín. de caja d	mm	1500			2100				2600			
Caja	Profund. mín. del foso p	mm	1400	1500	1700	1400	1500	1700	2800	1400	1500	1700	2800
Caja	Altura mín. de la cabeza de la caja a	mm	3700	3800	4000	3700	3800	4000	5000	3700	3800	4000	5000
Puerta	Anch. libre paso caja c_2	mm	800			800				800			
Puerta	Alt. libre paso en caja s_2	mm	2000			2000				2000			
Cuarto de máquinas	Superficie mínima del cuarto de máquinas	m^2	8	10		10	12	14		12	14	15	
Cuarto de máquinas	Anchura mínima del cuarto de máquinas r	mm	2400	2400		2700	2700	3000		2700	2700	3000	
Cuarto de máquinas	Profundidad mínima cuarto de máquinas s	s mm	3200	3200		3700	3700	3700		4208	4200	4200	
Cuarto de máquinas	Altura mínima del cuarto de máquinas h	mm	2000	2200		2000	2200	2600		2000	2200	2600	
Cabina	Anch. libre de cabina s	mm	1100			1100				1100			
Cabina	Profund. libre cabina b	mm	950			1400				2100			
Cabina	Altura libre de cabina k	mm	2200			2200				2200			
Cabina	Anchura libre de acceso a la cabina c_2	mm mm	800 800			800 800				800 800			
Cabina	Altura libre de acceso a la cabina f_2	mm mm	2000 2000			2000 2000				200			
	Número máx. personas		5			8				13			

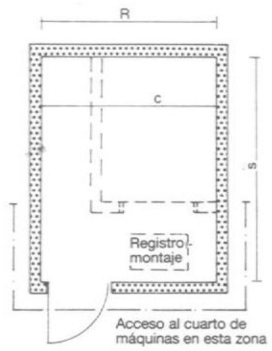
⑧ Dimensiones características de los ascensores



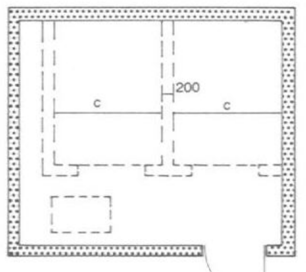
(1) Planta de caja de ascensor



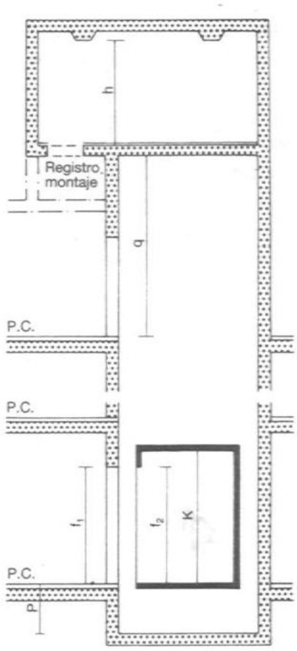
(2) Ascensor para camillas



(3) Cuarto de máquinas



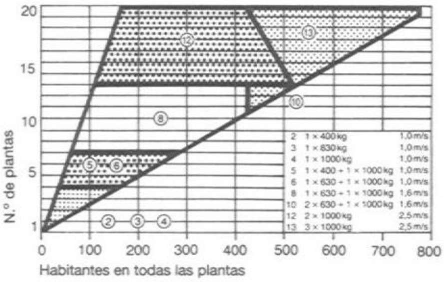
(4) Cuarto de máquinas para un grupo de ascensores



(5) Caja de un ascensor aislado



(6) Tabla de ascensores más usuales → (8) – (9)



(7) Capacidad de transporte para edificios de viviendas con o sin plantas de oficinas

ASCENSORES

Ascensores para edificios de oficinas, bancos, hoteles, etc. Ascensores para camillas DIN 15309

El tipo de edificio y la función a que se destine determinan la clase de ascensor a instalar. Los ascensores sirven para transportar verticalmente personas y enfermos y son instalaciones mecánicas de larga duración (vida media aprox.: 25–40 años). Por lo tanto, deben proyectarse de manera que se adapten a las exigencias crecientes con el paso del tiempo. Las modificaciones en instalaciones mal diseñadas o demasiado pequeñas son caras o imposibles. En el proyecto se han de comprobar detalladamente las estimaciones sobre la circulación de personas y prever grupos de ascensores en la caja de escalera del edificio.
Análisis de la circulación: formas y definiciones.
Tiempo de recorrido: el valor calculado proporciona el tiempo que necesita un ascensor para realizar todo el trayecto, dadas unas características de circulación determinadas.
El tiempo medio de espera es el tiempo transcurrido desde que se llama al ascensor hasta la llegada de la cabina.

$$\text{tiempo medio de espera (seg)} = \frac{\text{tiempo del recorrido (seg)}}{\text{N.° de ascensores/grupo}}$$

Capacidad de transporte: la máxima capacidad de transporte que se puede alcanzar en un intervalo de 5 min se calcula:

$$\frac{300 \text{ (seg.)} \times \text{capacidad de la cabina (n.° de personas)}}{\text{tiempo de recorrido (seg.)} \times \text{n.° de ascensores por grupo}}$$

Porcentaje de la capacidad de transporte:

$$\text{Capacidad de transp. \%} = \frac{100 \times \text{capacidad transp. (pers.)}}{\text{ocupación del edificio (personas)}}$$

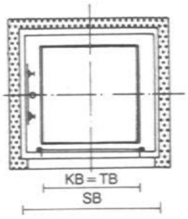
Capacidad de carga kg	800				1000(1250)				1600			
Velocidad nominal m/s.	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5
Anchura mínima de la caja c	1900				2400				2600			
Profundidad mínima de la caja d	2300				2300				2600			
Profundidad mínima del foso p	1400	1500	1700	2800	1400	1700		2800	1400	1900		2800
Altura mínima de la cabeza de la caja q	3800		4000	5000	4200			5200	4400			5400
Anch. libre de paso en la caja c_1	800				1100				1100			
Altura libre de paso en la caja f_1	2000				2100				2100			
Superficie mínima del cuarto de máquinas m^2	15			18	20				25			
Anchura mínima del cuarto de máquinas r	2500			2800	3200				3200			
Profundidad mínima del cuarto de máquinas s	3700			4900	4900				5500			
Altura mínima del cuarto de máquinas h	2200			2800	2400			2800	2800			
Anchura libre de la cabina a	1350				1500				1950			
Profundidad libre de la cabina b	1400				1400				1750			
Altura libre de la cabina k	2200				2300				2300			
Anch. libre acceso cabina e_2	800				1100				1100			
Alt. libre acceso cabina f_2	2000				2100				2100			
Número máximo de personas	10				13				21			

(8) Dimensiones de obra en mm → (1) – (6). Los ascensores han de poder transportar sillas de ruedas

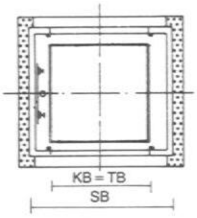
Capacidad de carga kg	1600				2000				2500			
Velocidad nominal m/seg.	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5	0,63	1,0	1,6	2,5
Anchura mínima de la caja c	2400								2700			
Profund. mínima de la caja d	3000				3300							
Profundidad mínima del foso p	1800	1700	1900	2800	1600	1700	1900	2800	1800	1900	2100	3000
Altura mínima de la cabeza de la caja q	4400			5400	4400			5400	4800			5600
Anch. libre de paso en la caja c_1 7)	1300								1300 (1400) 6)			
Altura libre de paso en la caja f_1	2100											
Superficie mínima del cuarto de máquinas m^2	26				27				29			
Anchura mínima del cuarto de máquinas r	3200								3500			
Profundidad mínima del cuarto de máquinas s	5500				5800							
Altura mínima del cuarto de máquinas h	2800											
Anchura libre de la cabina a	1400				1500				1800			
Profundidad libre de la cabina b	2400				2700							
Altura libre de la cabina k	2300											
Anch. libre acceso cabina e_2 7)	1300								1300 (1400) 5)			
Altura libre acceso cabina f_2	2100											
Número máximo de personas	21				26				33			

(9) Dimensiones de los ascensores para camillas

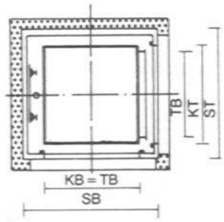
Escaleras Ascensores



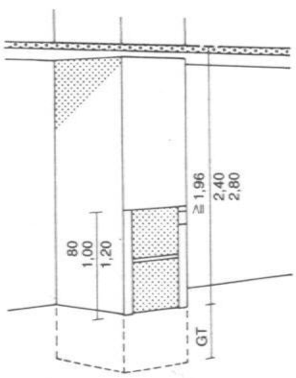
① Montacargas pequeño con acceso por un lado



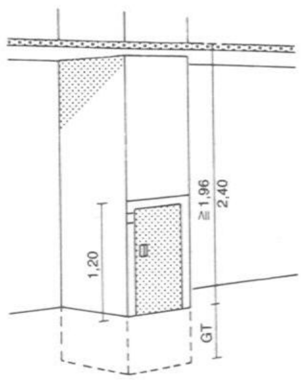
② Con doble acceso enfrentado



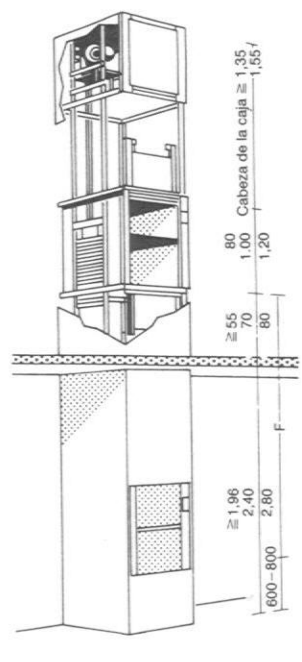
③ Con doble acceso en esquina



④ Montacargas pequeño con puerta corredera en vertical



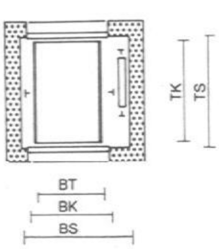
⑤ Montacargas pequeño con puerta giratoria



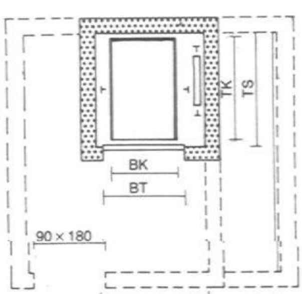
⑥ Montacargas pequeño con antepecho y puerta corredera en vertical

Características		Un acceso y doble acceso enfrentado							Doble acceso en esquina				
Capacidad de carga	Q[kg]				100			300			100		
Velocidad	v [m/s.]				0,45			0,3			0,45		
Anch. cabina = anch. puerta	KB = TB	400	500	600	700	800	800	800	500	600	700	800	800
Profundidad de la cabina	KT	400	500	600	700	800	1000	1000	500	600	700	800	1000
Alt. cabina = altura puerta	KH = TH			800			1200	1200		800			1200
Anch. puerta, 2 accesos en esq.	TB	–	–	–	–	–	–	–	350	450	550	650	850
Anchura de la caja	SB	720	820	920	1020	1120		1120	820	920	1020	1120	1120
Profundidad de la caja	ST	580	680	780	880	980	1180	1180	680	780	880	980	1180
Alt. mín. cabeza de la caja	SKH			1990			2590	2590		2145			2745
Anch. puerta cuarto de máquinas		500	500	600	700	800	800	800	500	600	700	800	800
Alt. puerta cuarto de máquinas					600						600		
Sep. mín. entre puntos de carga	1.)			1930			2730	2730		1930			2730
Sep. mín. entre puntos de carga	2.)				700			450			700		
Altura mínima del antepecho				600			800	800		600			800
Sólo la parada inferior	B												

⑦ Dimensiones de los montacargas pequeños



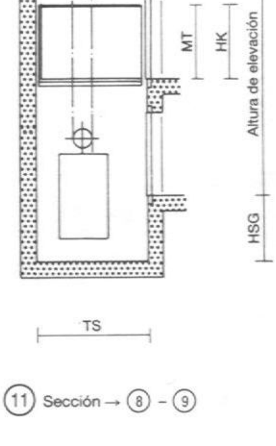
⑧ Montacargas con acceso doble enfrentado



⑨ Montacargas con acceso por un lado, cuarto de máquinas en proyección

Capacidad de carga	kg	630	1000	1600	2000	2500	3200
Velocidad de transporte	m/s	⟵ 0,40 — 0,63 — 1,00 ⟶					
Dimensiones de la cabina	mm						
BK		1100	1300	1500	1500	1800	2000
TK*		1570	1870	2470	2870	2870	3070
HK		2200	2200	2200	2200	2200	2200
Dimensiones de la puerta	mm						
BT**		1100	1300	1500	1500	1800	2000
HT		2200	2200	2200	2200	2200	2200
Dimensiones de la caja	mm						
BS		1800	2000	2200	2300	2600	2900
TS		1700	2000	2600	3000	3000	3200
HSG 0,4 u. 0,63	m/s	1200	1300	1300	1300	1300	1400
1,0	m/s	1300	1300	1600	1600	1800	1900
HSK 0,4 u. 0,63	m/s	3700	3800	3900	4000	4100	4200
1,0	m/s	3800	3900	4200	4200	4400	4400
HO		1900	1900	1900	2100	1900	1900

⑩ Dimensiones de los montacargas → ⑧ – ⑨



⑪ Sección → ⑧ – ⑨

ASCENSORES

MONTACARGAS PEQUEÑOS

Normativa: TRA 400

Montacargas pequeños: capacidad de carga ≧ 300 g, superficie de la cabina ≦ 0,8 m²; para paquetes pequeños, actas, alimentos, etc. No accesible. La estructura de la caja suele ser de perfiles metálicos. Revestimiento perimetral con materiales no combustibles → ① – ⑥. Cálculo de la capacidad de transporte de los montacargas → ⑦.

Aplicar la siguiente fórmula para calcular el tiempo de un recorrido en seg:

$$Z = 2\frac{h}{v} + B_z + H(t_1 + t_2)$$

2 = factor constante para un recorrido de ida y vuelta, h = altura de elevación, v = velocidad, B_z = tiempo de carga y descarga en seg, H = n.° de paradas, t_1 = tiempo de aceleración y frenado en s, t_2 = tiempo de abertura y cierre de las puertas de una hoja: 6 seg.; de dos hojas: 10 seg.; puertas correderas en vertical: 3 s, La capacidad de transporte F se obtiene a partir del tiempo de un recorrido con la siguiente fórmula:

$$F = \frac{60}{\text{tiempo de recorrido/s}} = \frac{60}{Z} = \text{recorrido/min}$$

Construcción: el cuarto de máquinas podrá cerrarse, estar suficientemente iluminado y tener unas dimensiones que ofrezcan seguridad en caso de accidente. Altura de la maquinaria ≧ 1,8 m. Montacargas de alimentos en hospitales: la caja ha de tener un revestimiento interior plano y lavable.

MONTACARGAS

Los montacargas son instalaciones destinadas a: a) transportar cargas o b) transportar personas empleadas en el edificio.

Precisión de parada:

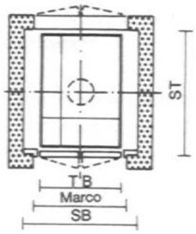
Montacargas sin retardo entre 20–40 mm

Montacargas y ascensores de personas: ±10–30 mm

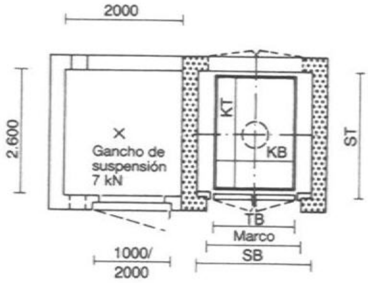
Velocidad: 0,25; 0,4; 0,63; 1,0 m/s.

ASCENSORES HIDRÁULICOS

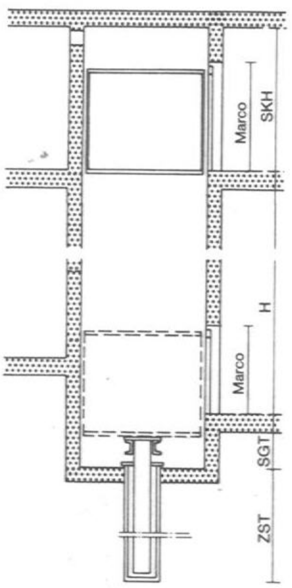
Responden a la necesidad de transportar cargas pesadas, de manera económica, hasta una altura máxima de 12 m. El cuarto de máquinas se puede situar independientemente de la caja de ascensor.
Los ascensores con pistón a presión directa pueden transportar una carga útil de hasta 20 t a una altura máxima de 17 m → ① – ③. Los ascensores con pistón a presión indirecta pueden transportar una carga útil de hasta 7 t a una altura máxima de 34 m. Velocidad de los ascensores hidráulicos: de 0,2 a 0,8 m/seg. No se necesita un cuarto de máquinas en la cubierta. Existen diferentes posibilidades → ⑥ – ⑨. El más usual es el de émbolo central → ① – ③. Necesita un pozo para el émbolo con una tolerancia de ± 3 mm. Altura libre de las puertas del ascensor: al menos de 50 a 100 mm más que en el resto de ascensores. Como el acceso a la cabina se puede realizar exactamente al mismo nivel de las plantas de parada, es posible instalar cualquier tipo de puerta: giratoria de dos hojas, de ballesta, automáticas, correderas, a un lado o a los dos.



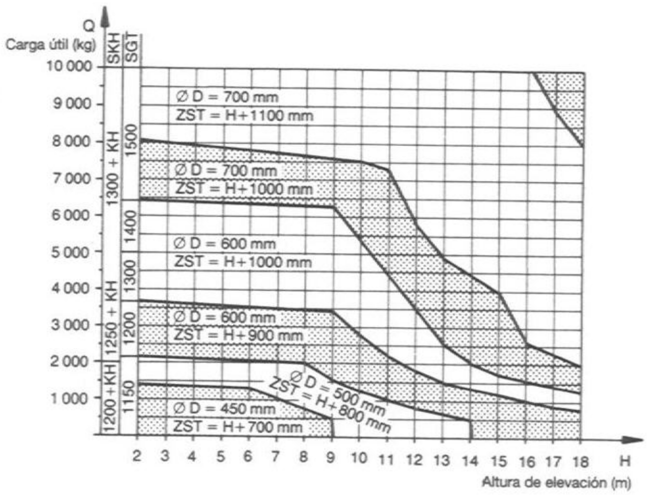
① Caja de ascensor, planta



② Caja de ascensor, planta y cuarto de máquinas



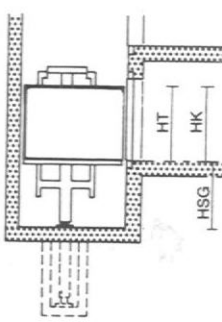
③ Caja de ascensor, sección



④ Diagrama para calcular la altura de la cabeza de la caja de ascensor SKH, la profundidad del foso SGT, la profundidad del cilindro inferior ZST y su diámetro D.

Carga útil			Q ≤ 5000 kg	Q ≤ 10 000 kg
Anchura de la caja de ascensor	SB	=	KB + 500	KB + 550
Profundidad de la caja de ascensor	ST	=	KT + 150 con un acceso KT + 100 con dos accesos enfrentados	
Dimensiones cuarto de máquinas	Anchura	=	2000 mm	2200 mm
(El cuarto de máquinas se puede separar hasta 5 m como máximo)	Profund.	=	2600 mm	2800 mm
	Altura	=	2200 mm	2700 mm

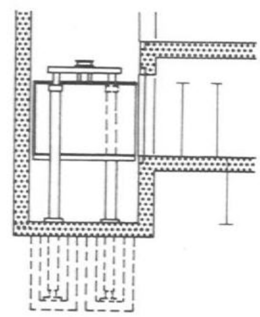
⑤ Datos técnicos → ① – ③



⑥ Mochila 1:1

Capacidad de carga kg		630	1000	1600
Velocidad de transp. m/s.		0,30	0,18	0,23
		0,47	0,28	0,39
Altura máx. elevación m		6,0	7,0	7,0
Dimens. cabina mm	B	1100	1300	1500
	T	1500	1700	2200
	H	2200	2200	2200
Dimensiones de la puerta mm	B	1100	1300	1500
	H	2200	2200	2200
Dimensiones de la caja de ascensor mm	B	1650	1900	2150
	T	1600	1800	2300
	HSG min.	1200	1400	1600
	HSK min.	3200	3200	3200

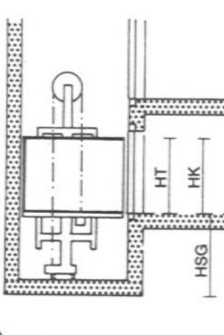
Medidas → ⑥



⑦ Tándem 1:1

Capacidad de carga kg		1600	2000	2500	3200
Velocidad de transporte m/s.		0,15	0,18	0,24	0,20
		0,24	0,30	0,38	0,30
Altura máx. de elevación m		6,0	7,0	7,0	7,0
Dimensiones cabina mm	B.	1500	1500	1800	2000
	T.	2200	2700	2700	3500
	H.	2200	2200	2200	2200
Dimensiones de la puerta mm	B	1500	1500	1800	2000
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensiones de la caja ascensor mm	B	2200	2200	2600	2800
	T	2300	2800	2800	3600
	HSG min.	1300	1300	1300	1300
	HSK min.	3450	3450	3450	3450

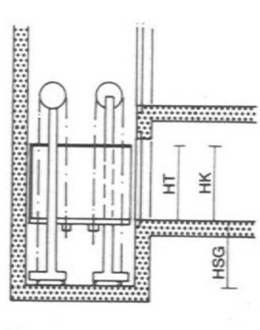
Medidas → ⑦



⑧ Mochila 2:1

Capacidad de carga kg		630	1000	1600
Velocidad de transporte m/s.		0,28	0,30	0,24
		0,46	0,50	0,42
		0,78	0,80	0,62
Altura máx. de elev. m		13,0	16,0	18,0
Dimensiones cabina mm	B	1100	1300	1500
	T	1500	1900	2200
	H	2200	2200	2200
Dimensiones puerta mm	B	1100	1300	1500
	H	2200	2200	2200
Dimensiones caja de ascensor mm	B	1650	1900	2150
	T	1600	2000	2300
	HSG min.	1200	1400	1600
	HSK	3200	3200	3200

Medidas → ⑧

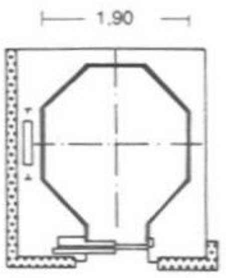


⑨ Tándem 2:1

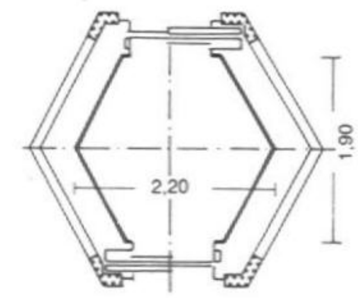
Capacidad de carga kg		1600	2000	2500	3000
Velocidad de transporte m/s.		0,23	0,19	0,25	0,21
		0,39	0,32	0,39	0,31
		0,61	0,50	0,64	0,51
Altura máx. elev. m		13,0	14,0	16,0	18,0
Dimensiones cabina mm	B	1500	1500	1800	2000
	T	2200	2700	2700	3500
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensiones puerta mm	B	1500	1500	1800	2000
	H	2200	2200	2200	2200
Dimensiones caja de ascensor mm	B	2300	2300	2600	2900
	T	2300	2800	2800	3600
	HSG min.	1300	1300	1300	1300
	HSK	3400	3550	3650	3650

Medidas → ⑨

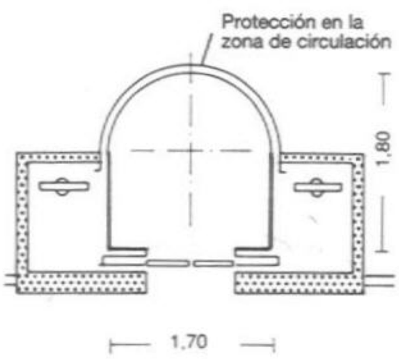
Ejemplos de diferentes formas de la cabina → ① – ⑥, sistema Schindler.
Capacidad de carga: 400–1500 kg, 5–20 personas.
Según cual sea la altura del edificio y el nivel de confort se emplean diferentes sistemas motrices y velocidades de transporte.
Velocidad nominal/propulsión, corriente alterna: 0,4, 0,63, 1,0 m/seg; propulsión hidráulica: 0,25–1,0 m/seg.
Altura de elevación ≦ 35 m, máximo número de paradas: 10.
Forma de la cabina: poligonal, circular, semicircular y en forma de U → ① – ⑥.
También se pueden agrupar → ⑨.
Los ascensores panorámicos ofrecen un viaje tranquilo, suave, a baja velocidad.
Como materiales se emplea vidrio y acero pulido, latón o bronce. Los ascensores panorámicos gozan de gran popularidad, sobre todo los instalados en las fachadas de edificios de oficinas, en el interior de grandes almacenes o en vestíbulos de grandes hoteles. El viajero disfruta de la vista del escenario urbano o, en los grandes almacenes, de las plantas de venta y exposición → ⑩ – ⑪.



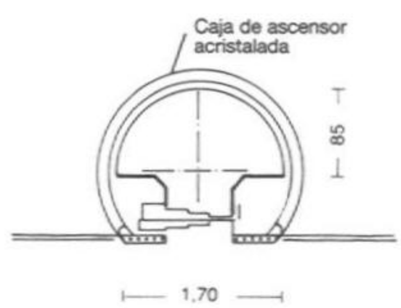
① Cabina octagonal



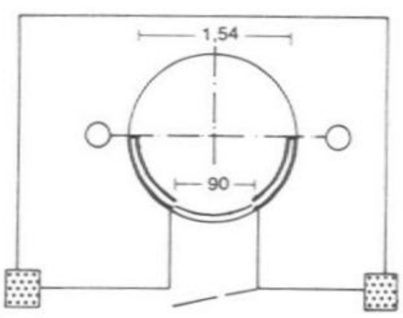
② Cabina hexagonal



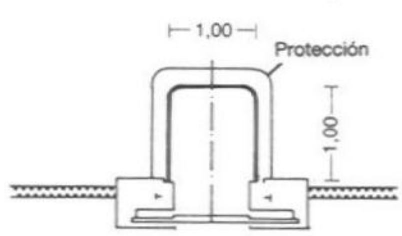
③ En forma semicircular



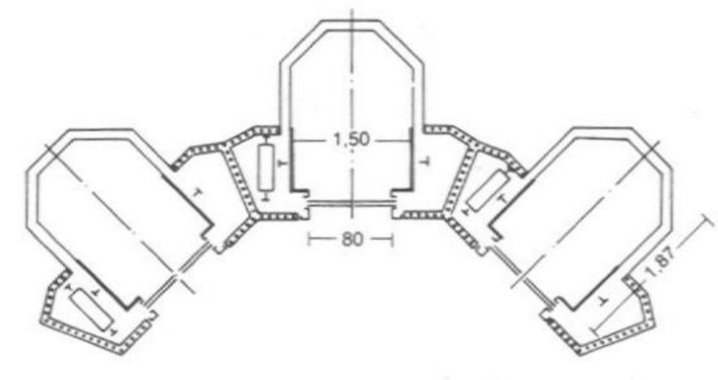
④ En forma circular



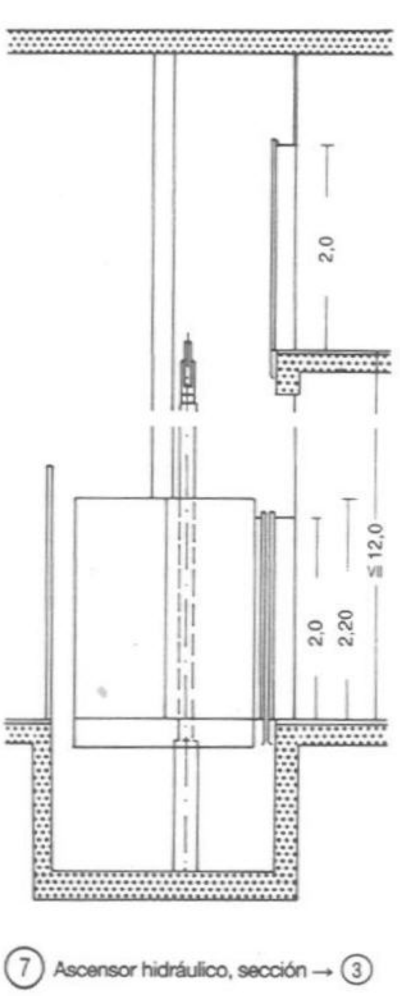
⑤ Cabina circular



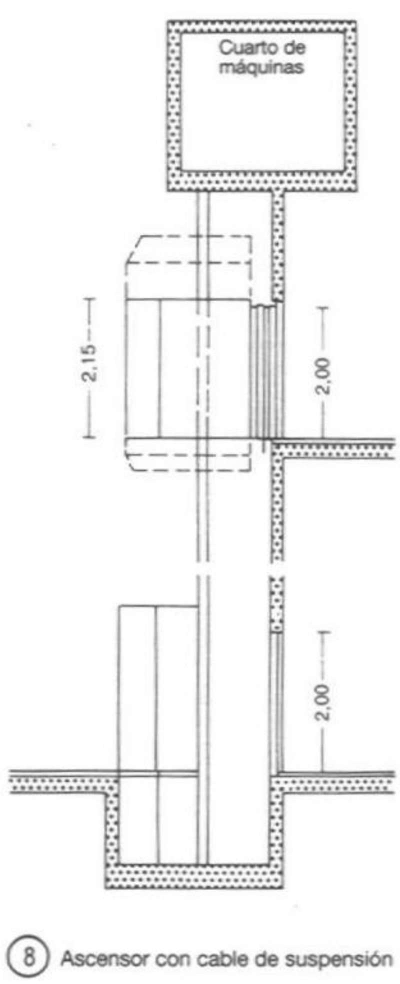
⑥ En forma de U



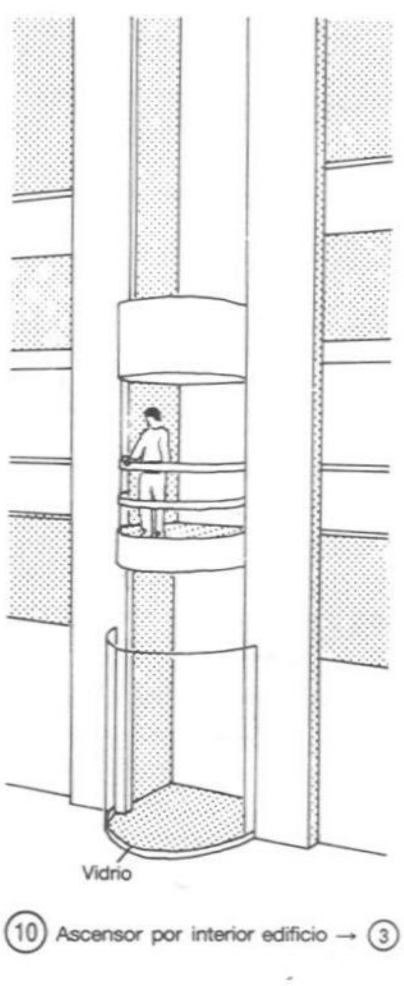
⑨ Agrupación de ascensores panorámicos



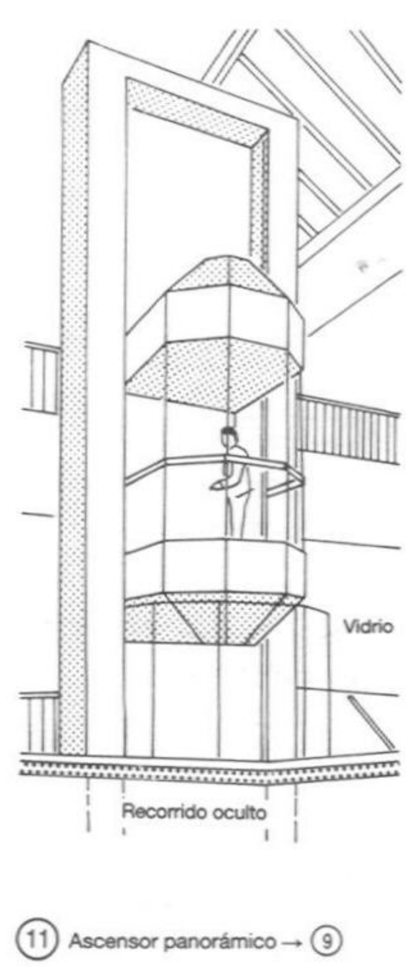
⑦ Ascensor hidráulico, sección → ③



⑧ Ascensor con cable de suspensión



⑩ Ascensor por interior edificio → ③

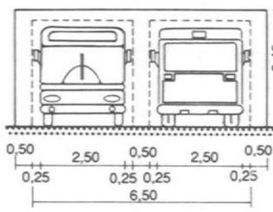


⑪ Ascensor panorámico → ⑨

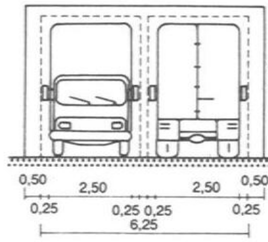
Escaleras Ascensores

Información: Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 5000 Colonia 29

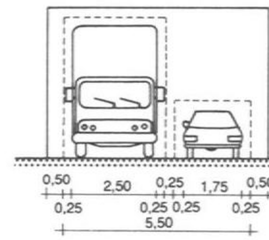
ESPACIO NECESARIO PARA CIRCULAR SIN REDUCIR LA VELOCIDAD (50 km/h)



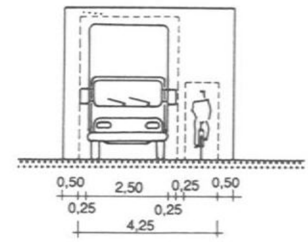
(1) Autobús/autobús



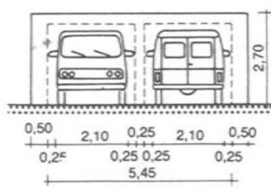
(2) Camión/camión



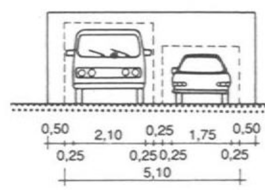
(3) Camión/turismo



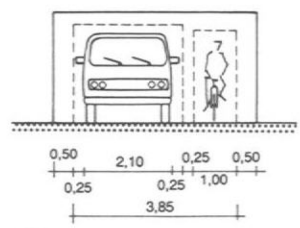
(4) Camión/bicicleta



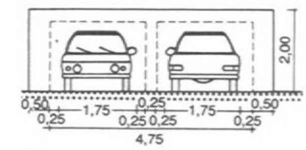
(5) Furgoneta/furgoneta



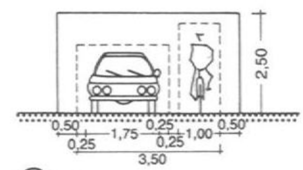
(6) Furgoneta/turismo



(7) Furgoneta/bicicleta

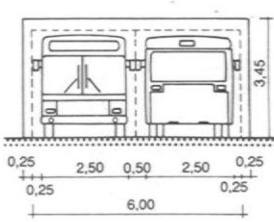


(8) Turismo/turismo

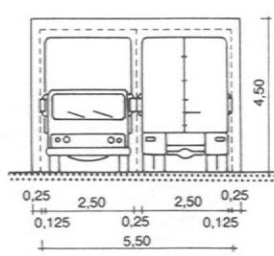


(9) Turismo/bicicleta

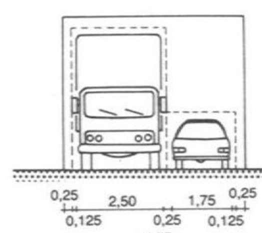
ESPACIO NECESARIO PARA CIRCULAR SIN REDUCIR LA VELOCIDAD (≦ 40 km/h)



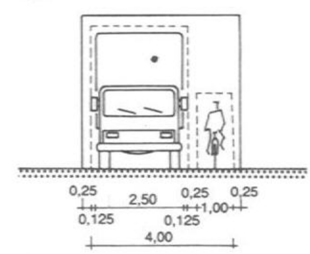
(10) Autobús/autobús



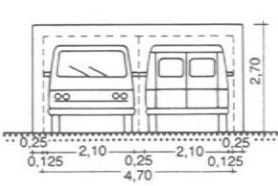
(11) Camión/camión



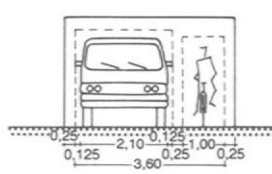
(12) Camión/turismo



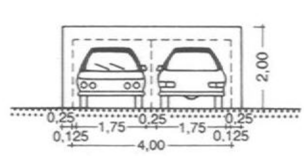
(13) Camión/bicicleta



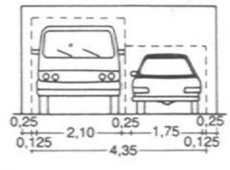
(14) Furgoneta/furgoneta



(15) Furgoneta/bicicleta



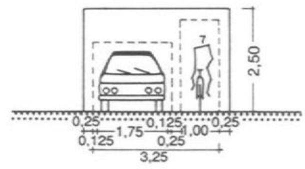
(16) Turismo/turismo



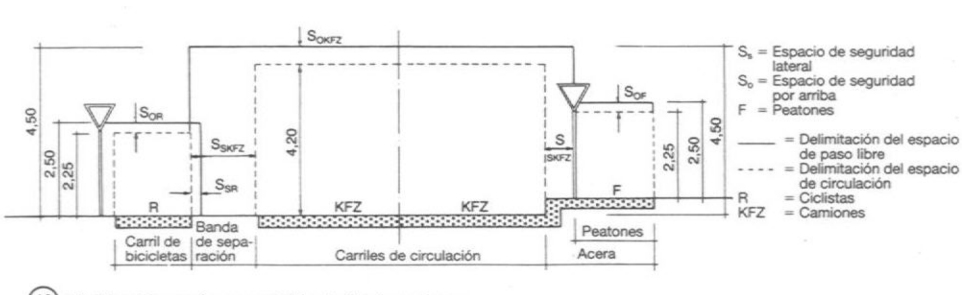
(17) Furgoneta/turismo

—— Espacio de paso libre
- - - - Espacio de circulación

Medidas básicas del espacio de circulación y del espacio de paso libre necesarios para el cruce de vehículos circulando en dirección opuesta, sin tener que reducir la velocidad.



(18) Turismo/bicicleta



(19) Medidas del espacio necesario/circulación de camiones

El espacio que necesitan los vehículos para circular es la suma de las dimensiones de los vehículos → p. 382 y sig., la holgura necesaria entre ambos, el tráfico en dirección opuesta, así como el espacio necesario para el arcén y la cuneta. En altura es de unos 4,20 m → (19). Las bicicletas necesitan un espacio de 1,00 m de anchura y 2,25 m de altura. El espacio necesario para la circulación de personas comprende 0,75 m de anchura por individuo y 2,25 m de altura. La altura del espacio para la circulación de camiones es de 4,50 m, mejor 4,70 m, para permitir una mayor altura de las cabinas. En los caminos peatonales y de bicicletas, la altura libre ha de ser al menos de 2,50 m.

La anchura del espacio lateral de seguridad se mide a partir del límite exterior de la carretera, depende de la velocidad máxima permitida. Para carreteras con velocidad máxima ≧ 70 km/h ha de ser igual o mayor a 1,25 m (min. 1,00 m); en carreteras con una velocidad máxima ≦ 50 km/h ha de ser igual o mayor a 0,75 m → (19). La anchura del espacio lateral de seguridad para la circulación de bicicletas es de 0,25 m.

Información: Forschungsgemeinschaft für Strassen und Verkehrswesen Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Colonia 21 → 📖

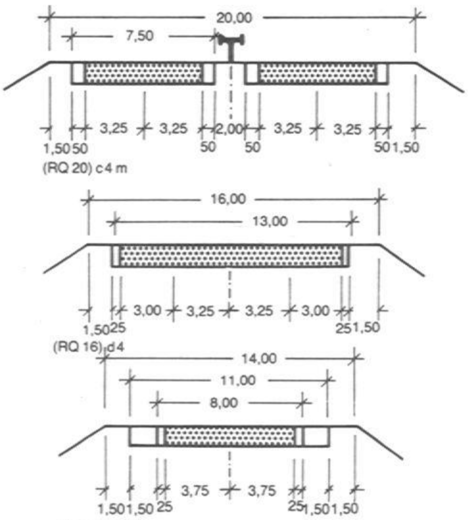
Para unificar el proyecto, la construcción y el funcionamiento de las carreteras se han diseñado una serie de secciones tipo que deberían respetarse salvo motivo justificado.

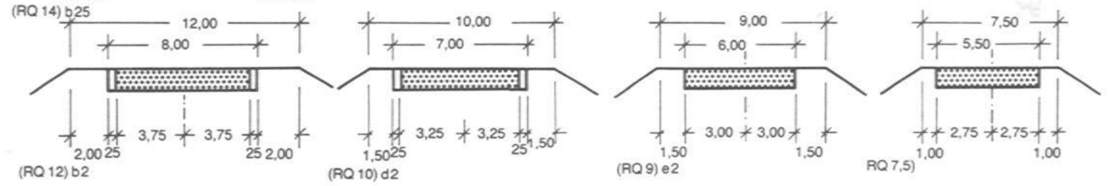
Las secciones tipo para las carreteras sin edificación a los lados son → ①, para las carreteras con edificación a los lados → ②.

Así, por ejemplo, «a 6 ms»: significa:

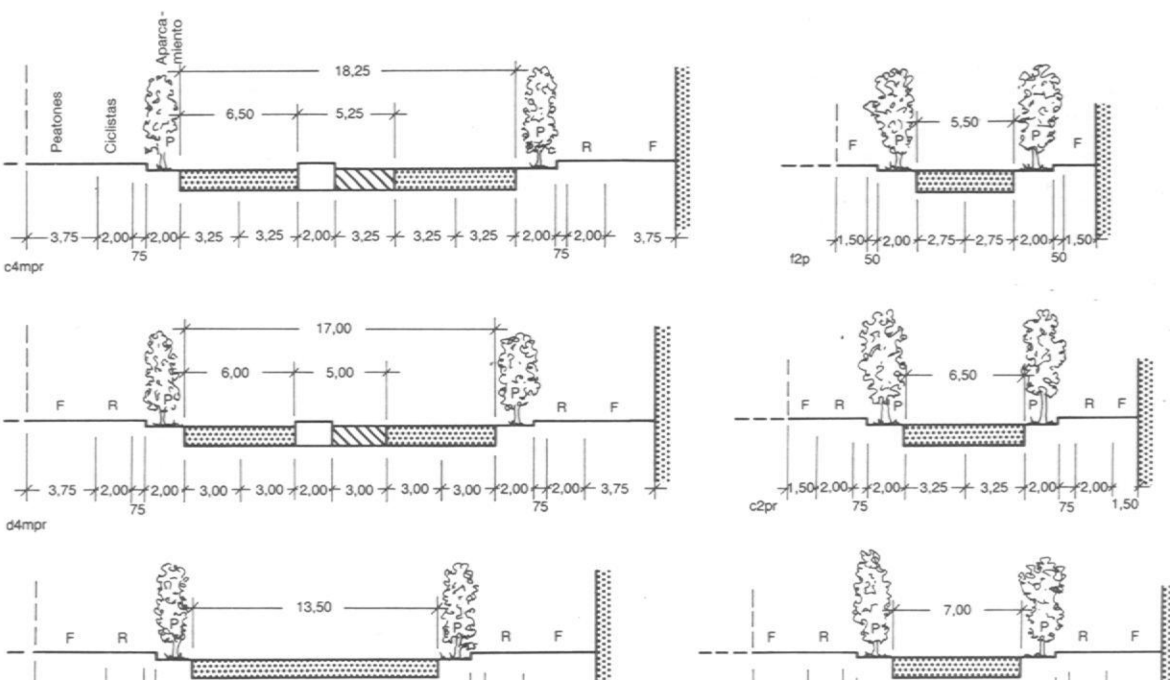
— «a-f» el grupo de secciones con carriles de anchura entre 3,00 y 3,75 m.
— «6» el número de carriles para ambas direcciones,
— «m» una separación central (mediana)
— «s» arcenes pavimentados
— «r» carril para bicicletas en la sección
— «p» plazas de aparcamiento.

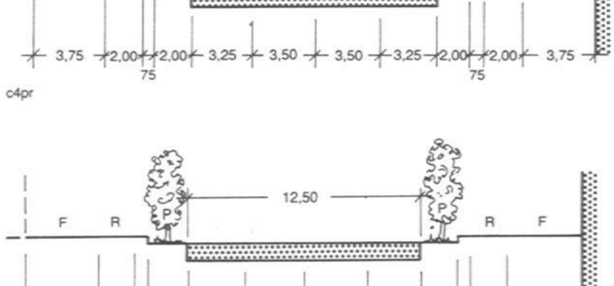
Ámbito de aplicación de las diferentes secciones → p. 188.





① Secciones tipo de carreteras sin edificación a los lados





② Secciones tipo de carreteras con edificación a los lados

Se ha de intentar dar una imagen clara al espacio de la carretera. Esto se puede conseguir a través de unas dimensiones correctas, una ordenación diferenciada de cada una de las partes de la sección, una relación equilibrada entre la anchura y la altura del espacio de la carretera y un ajardinamiento muy variado: el diseño del espacio de la carretera ha de facilitar la orientación en la carretera y en la propia ciudad.

Los elementos situados a ambos lados de la calzada influyen en la configuración funcional y visual del espacio. En el diseño se han de armonizar, en cuanto a función y efecto, los siguientes elementos: carriles para bicicletas y peatones a los lados de la calzada, superficies para la parada de vehículos y de protección y aislamiento, áreas de descanso, superficies para la carga y descarga de suministros.

Ámbito de aplicación			Tipo de carretera				
Categoría de la carretera	Densidad de tráfico (vehículos/h)	Criterios especiales de aplicación	Sección tipo	Tipo de tráfico	Velocidad máx. permitida $V_{máx}$ [km/h]	Cruces	Velocidad de proyecto V_p [km/h]
1	2	3	4	5	6	7	8
A I	≤ 3800 para $\bar{V}$ = 90 km/h ≤ 2800 para $\bar{V}$ = 110 km/h		a 6 ms	camiones	—	a distinto nivel	120 100
	≤ 2400 para $\bar{V}$ = 90 km/h ≤ 1800 para $\bar{V}$ = 110 km/h		a 4 ms	camiones	—	a distinto nivel	120 100
	≤ 2200 para $\bar{V}$ = 90 km/h ≤ 1800 para $\bar{V}$ = 100 km/h	Para escaso tráfico camiones o condiciones coercitivas	b 4 ms	camiones	—	a distinto nivel	120 100
	≤ 1700 para $\bar{V}$ = 70 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 90 km/h		b 2 s	camiones	≤ 100 (120)	mismo nivel (distinto nivel)	100 90
	≤ 1300 para $\bar{V}$ = 70 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 80 km/h	Para escaso tráfico camiones	b 2	camiones	≤ 100	(distinto nivel) mismo nivel	100 90
A II	≤ 4100 para $\bar{V}$ = 70 km/h ≤ 3400 para $\bar{V}$ = 90 km/h		b 6 ms	camiones	—	a distinto nivel	100 90
	≤ 2600 para $\bar{V}$ = 70 km/h ≤ 2200 para $\bar{V}$ = 90 km/h		b 4 ms	camiones	—	a distinto nivel	100 90
	≤ 2300 para $\bar{V}$ = 70 km/h ≤ 2100 para $\bar{V}$ = 80 km/h	Para escaso tráfico camiones o condiciones coercitivas	c 4 m	camiones	≤ 100 (80)	distinto nivel (mismo nivel)	100 90 (80)
	≤ 1700 para $\bar{V}$ = 70 km/h ≤ 1400 para $\bar{V}$ = 80 km/h		b 2 s	camiones	≤ 100	al mismo nivel	100 90 80
	≤ 1600 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 80 km/h	Para escaso tráfico camiones	b 2	camiones	≤ 100	al mismo nivel	100 90 80
	≤ 1700 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 80 km/h	Para tráfico agrícola > 10 vehículos/h	b 2 s	en general	≤ 100	al mismo nivel	100 90 80
	≤ 1300 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 70 km/h		b 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	100 90 80
	≤ 1000 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 700 para $\bar{V}$ = 70 km/h	Para escaso tráfico camiones	d 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	100 90 80
A III	≤ 2600 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 2100 para $\bar{V}$ = 80 km/h		c 4 m	camiones	≤ 80 (100)	mismo nivel (distinto nivel)	(100) (90) 80
	≤ 2300 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 1800 para $\bar{V}$ = 80 km/h	Para escaso tráfico camiones o condiciones coercitivas	d 4	camiones	≤ 80	al mismo nivel	80 70
	≤ 1700 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 70 km/h	Para tráfico agrícola > 20 vehículos/h	b 2 s	en general	≤ 100	al mismo nivel	80 70
	≤ 1600 para $\bar{V}$ = 50 km/h ≤ 900 para $\bar{V}$ = 70 km/h	Para tráfico intenso camiones	b 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	80 70
	≤ 1300 para $\bar{V}$ = 50 km/h ≤ 700 para $\bar{V}$ = 70 km/h		d 2	en general	≤ 100	al mismo nivell	80 70 60
	≤ 800 para $\bar{V}$ = 50 km/h ≤ 700 para $\bar{V}$ = 60 km/h	Para escaso tráfico camiones	e 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	80 70 60
A IV	≤ 1400 para $\bar{V}$ = 40 km/h ≤ 1000 para $\bar{V}$ = 60 km/h	Para tráfico intenso camiones	d 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	80 70 60
	≤ 900 para $\bar{V}$ = 40 km/h ≤ 700 para $\bar{V}$ = 50 km/h		e 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	80 70 60
	≤ 300	No tiene sentido un dimensionamiento técnico	f 2	en general	≤ 100	al mismo nivel	70 60
B II	≤ 2800 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 2400 para $\bar{V}$ = 80 km/h	Para tráfico intenso camiones	b 4 ms	camiones	≤ 80	a distinto nivel	80 70
	≤ 2600 para $\bar{V}$ = 60 km/h ≤ 2100 para $\bar{V}$ = 80 km/h		c 4 m	camiones	≤ 80	(distinto nivel) mismo nivel	80 70 (60)
	≤ 2500 para $\bar{V}$ = 50 km/h ≤ 2100 para $\bar{V}$ = 70 km/h	Para escaso tráfico camiones o condiciones coercitivas	d 4	camiones	≤ 70	al mismo nivel	70 (60)
B III	≤ 2500 para $\bar{V}$ = 50 km/h ≤ 2100 para $\bar{V}$ = 60 km/h	Para tráfico intenso camiones	c 4 m	en general	≤ 70	al mismo nivel	70 60
	≤ 2200 para $\bar{V}$ = 50 km/h ≤ 1800 para $\bar{V}$ = 60 km/h		d 4	en general	≤ 70	al mismo nivel	70 60 (50)
	≤ 1400 para $\bar{V}$ = 40 km/h ≤ 1000 para $\bar{V}$ = 50 km/h		d 2	en general	≤ 70	al mismo nivel	70 60 (50)
	≤ 900 para $\bar{V}$ = 40 km/h ≤ 700 para $\bar{V}$ = 50 km/h	Para escaso tráfico camiones, restricciones a autobuses línea	e 2	en general	≤ 60	al mismo nivel	60 (50)
B IV	≤ 1400 para $\bar{V}$ = 40 km/h ≤ 1000 para $\bar{V}$ = 50 km/h		d 2	en general	≤ 60	al mismo nivel	60 50
	≤ 900 para $\bar{V}$ = 40 km/h ≤ 700 para $\bar{V}$ = 50 km/h	Para escaso tráfico camiones, restricciones a autobuses línea	e 2	en general	≤ 60	al mismo nivel	60 50
C III	≤ 2100		c 4 mpr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(70) (60) 50
	≤ 2000	Para escaso tráfico camiones	d 4 mpr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(70) (60) 50
	≤ 1900	Caso excepcional de c 4 bajo condiciones coercitivas	c 4 pr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(70) (60) 50
	≤ 1800	Caso excepcional de d 4 bajo condiciones coercitivas	d 4 pr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(70) (60) 50
	≤ 1700		c 2 pr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(60) 50 (40)
	≤ 1500	Para escaso tráfico camiones	d 2 pr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(60) 50 (40)
C IV	≤ 1000	Para tráfico intenso camiones	c 2 pr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(60) 50 (40)
	≤ 1000		d 2 pr	en general	≤ 50	al mismo nivel	(60) 50 (40)
	≤ 600	Restricciones a autobuses línea	f 2 p	en general	≤ 50	al mismo nivel	50 (40)

(1) Secciones tipo y ámbito de aplicación → p. 187

CRUCES → 📖

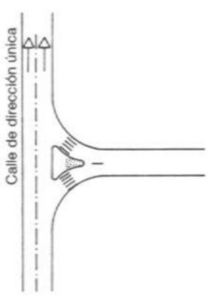
En Alemania apenas se construyen cruces en forma de rotonda → ⑭–⑮. En otros países (Inglaterra) es la forma preferida para diseñar los cruces debido al menor riesgo de accidentes graves.

Ventaja adicional: se puede prescindir del semáforo, se disminuye la emisión de ruidos y se ahorra energía. El diámetro de la rotonda depende de la densidad de tráfico en las vías de acceso. El cruce desplazado proporciona más espacio a la intersección y ofrece una mayor visibilidad de las demás calles. Es apropiado para un tráfico lento, por ejemplo, en zonas residenciales → ⑯.

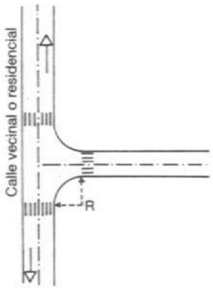
Los cruces entre calles de dos carriles suelen realizarse al mismo nivel (con o sin semáforo).

Se distingue entre: bifurcación (una calle emboca en otra) → ① –② y cruce (intersección de dos calles) → ⑤–⑧.

En las carreteras nacionales alemanas existe una franja de prohibición de edificar de 20 m de anchura, medidos desde el borde exterior de la calzada. Existen limitaciones a la edificación en una franja de 40 m de anchura, medidos desde el borde de la calzada → p. 192 autopistas.



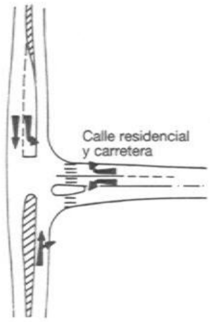
① Bifurcaciones – al mismo nivel



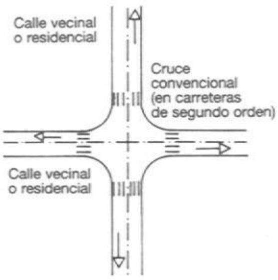
② → Igual que ①



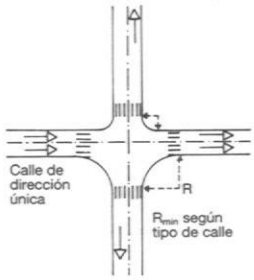
③ Bifurcaciones en calles residenciales



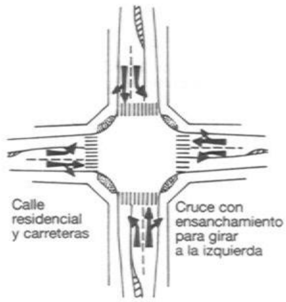
④ Con ensanchamiento de la calzada para girar a la izquierda



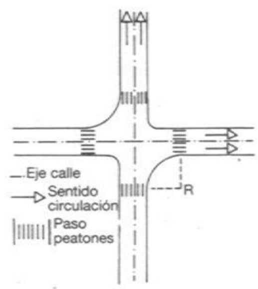
⑤ Cruces al mismo nivel



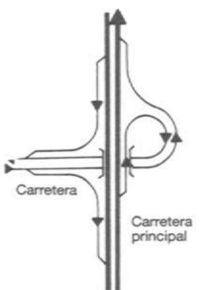
⑥ → Igual que ⑤



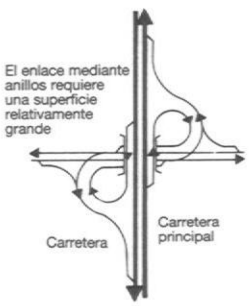
⑦ → Igual que ⑤



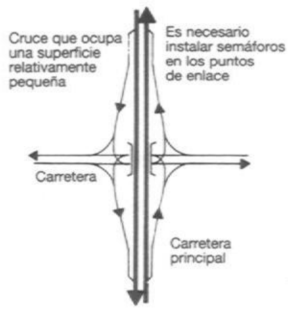
⑧ → Igual que ⑤



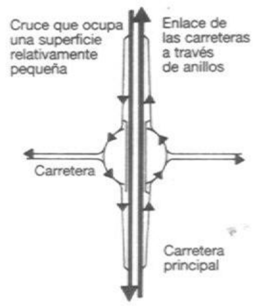
⑨ Bifurcaciones/embocaduras a distinto nivel



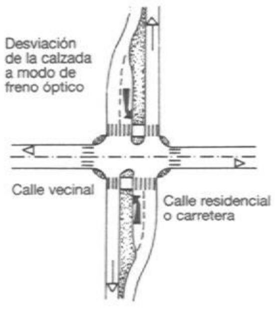
⑩ → Igual que ⑨



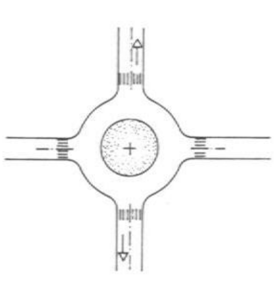
⑪ → Igual que ⑨



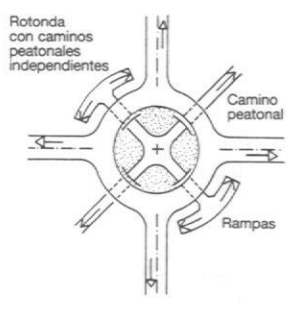
⑫ → Igual que ⑨



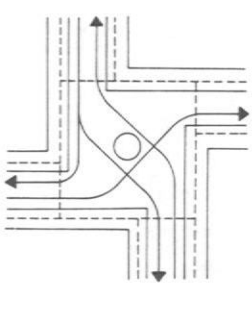
⑬ Estrechamiento de la calzada



⑭ Rotonda

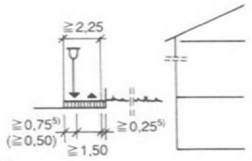


⑮ Rotonda con camino peatonal

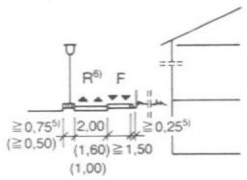


⑯ Cruce desplazado sólo para tráfico lento

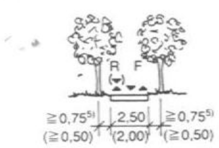
Secciones[1)]
(los valores entre paréntesis son medidas mínimas en zonas con edificación existente)



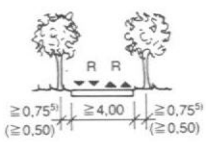
(1) Camino peatonal junto a calle



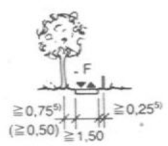
(2) Carril bicicletas junto a calle



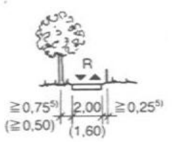
(3) Camino para peatones y bicicletas



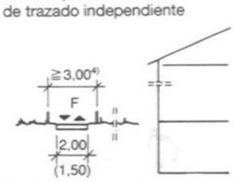
(4) Vía para bicicletas



(5) Camino peatonal de trazado independiente



(6) Camino para bicicletas de trazado independiente



(7) Camino residencial prohibido a la circulación

Valores de los elementos de proyectación				
R_1 mín. [m]	S[2)] máx. [%]	H_K mín. [m]	H_w mín. [m]	altura libre mín. [m]
	6 (12)[8)]			2,50
10 (2)[7)]	según el correspondiente tipo de calle	30	10	2,50
10 (2)[7)]	3 (4 sobre < 250 m)[8)] (8 sobre < 30 m)[8)]	30	10	2,50
10 (2)[7)]	3 (4 sobre<250 m)[8)] (8 sobre< 30 m)[8)]	30	10	2,50
	6 (12)[8)]			2,50
10 (2)[7)]	3 (4 sobre < 250 m)[8)] (8 sobre < 30 m[8)]	30	10	2,50
	6 (12)[8)]			3,50 (2,50)

Observaciones:

1) Pueden ser necesarias pequeñas desviaciones en las medidas de anchura debido a las dimensiones de las placas
2) S_{min} = 0,5 % (desagüe)
3) Longitud de los caminos residenciales con prohibición de circulación
1 a 2 plantas ≦ 80 m
3 plantas ≦ 60 m
4 y más plantas ≦ 50 m
4) En caso de canalización separada 4,00 hasta 4,50 m
5) Anchura adicional
Las hileras de árboles exigen al menos una franja ajardinada de 2,50 m de anchura
6) Circulación en dos direcciones sólo en casos excepcionales
7) Radio de transición en cruces
8) En casos excepcionales

Abreviaturas: → (1) - (7)

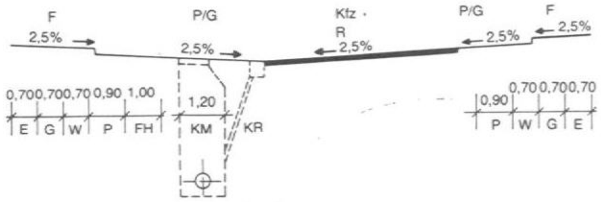
F = peatones
R = ciclistas
R_1 = radio de curvatura
s = pendiente longitudinal
H_K = radio de transición en cambios de rasantes
H_w = radio de transición en vados

(1) - (7) Caminos peatonales y para bicicletas

Caminos peatonales y carriles para bicicletas

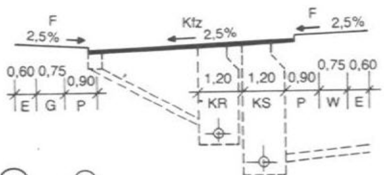
Las superficies se han de diseñar para que ofrezcan variedad y tengan interés; también deben cumplir los requisitos necesarios para que los niños las puedan utilizar para jugar. Protección frente a las inclemencias climáticas mediante árboles, pérgolas y, en casos especiales, porches. Las aceras no deberían tener, por lo general, una anchura menor a 2 m (1,50 m de paso libre y 0,50 m de separación con la calzada). Sin embargo, en muchos casos es conveniente que las aceras tengan una anchura mayor. En las proximidades de escuelas, centros comerciales, equipamientos de ocio, etc., se aconseja que las aceras tengan como mín. 3 m de anchura → (1) - (7).

Los carriles para bicicletas situados a los lados de las aceras, en caso de ser de dirección única, deberían tener un ancho mín. de 1 m, en caso de ser de dos direcciones: 2 m (mín.: 1,60 m). Franja adicional de seguridad hasta la calzada: 0,75 m. Los caminos o carriles para bicicletas y peatones tienen una anchura de 2,50 m (mín. 2 m) → p. 191.

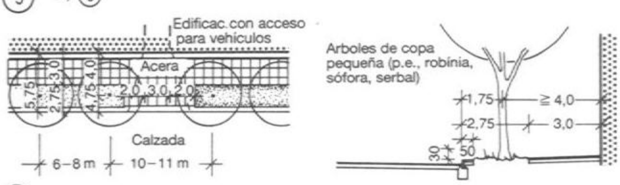


(8) Anchuras básicas de las conducciones de suministro y evacuación y situación en el perfil de la carretera

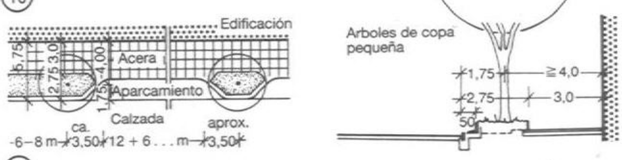
E = electricidad
G = gas
W = agua
FH = calefacción
P = teléfono
KM = canaliz. mixta de aguas
KS = canaliz. aguas negras
KR = canaliz. agua de lluvia
F = peatones
R = ciclistas
Kfz = camiones
P/G = banda de aparcamiento o franja ajardinada



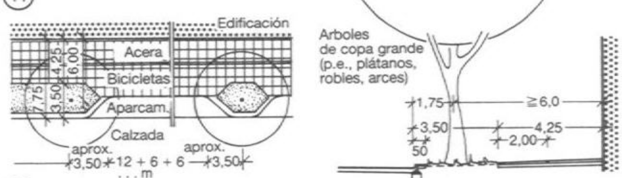
(9) → (8)



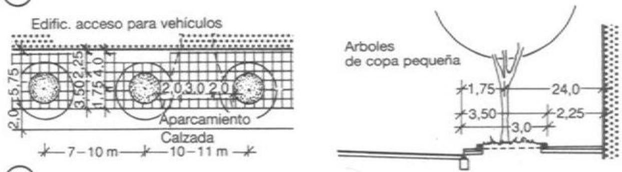
(10)



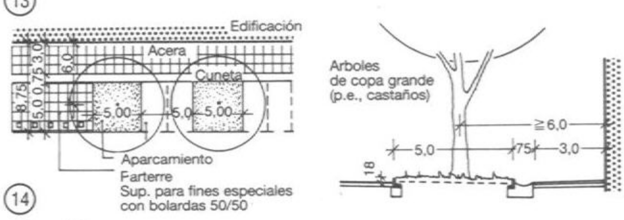
(11)



(12)



(13)



(14)

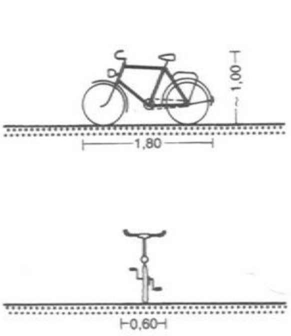
(10) - (14) Ejemplos para el diseño calles con edificación a los lados

CARRILES DE BICICLETAS

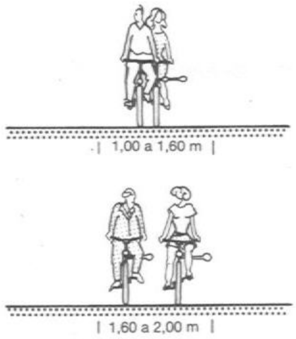
Circulación en un sentido a partir de una anchura de 1,40 m, mejor 1,60 m. Adelantamientos y circulación en ambos sentidos con velocidad reducida: 1,60–2,00 m de anchura → (2), anchuras de 2,00–2,50 m son indicadas, cuando también utilizan el carril ciclistas con remolques.

Las medidas básicas para el espacio de circulación de los ciclistas se establecen a partir de la anchura básica de 0,60 m y la altura del ciclista → (10), así como del espacio necesario para las diferentes situaciones.

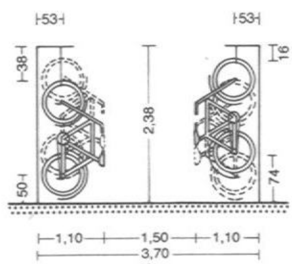
En los aparcamientos de bicicletas los pasillos entre los soportes de bicicletas han de tener al menos 1,50 m de anchura, mejor 2,00 m. Interrupciones cada 15 m con un paso → (6)–(9). Anchura mínima de los pasillos en soportes en altura: 2,50 m. Cuanto más largas sean las hileras de los soportes, más anchos han de ser los pasillos. Anchura mínima de los pasillos: 1,50 m hasta una longitud de 10 m; 1,80 m de anchura hasta 15 m y 2,20 m de anchura hasta una longitud de 25 m.



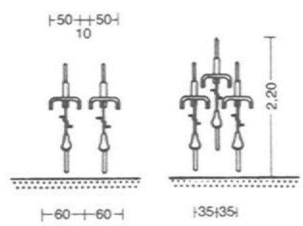
(1) Medidas de una bicicleta



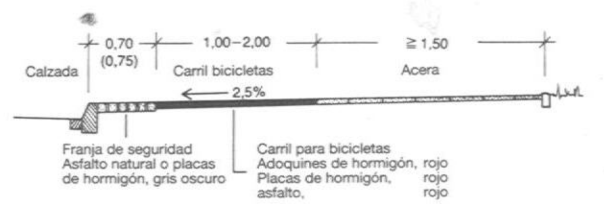
(2) Dimensiones del espacio de circulación para bicicletas



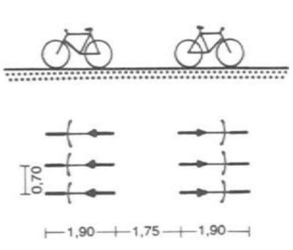
(3) Soportes de bicicletas



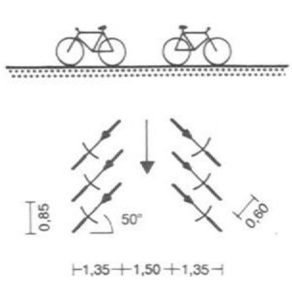
(4) En paralelo Imbricados



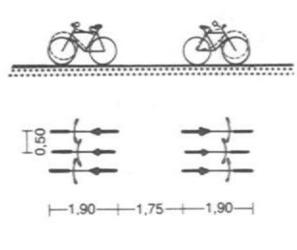
(5) Perfil de los carriles para bicicletas, materiales, colores



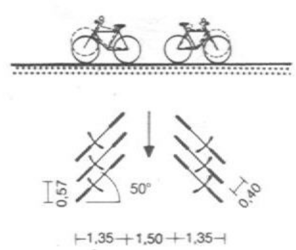
(6) Dimensiones para aparcar bicicletas, perpendicularmente



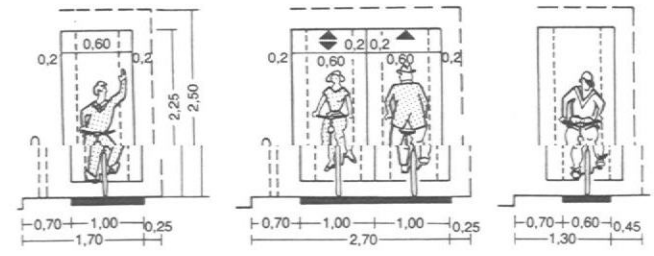
(7) Aparcamiento al mismo nivel, en ángulo



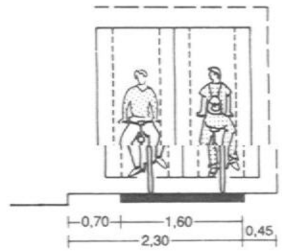
(8) Aparcamiento con desplazamiento en altura, perpendicularmente



(9) Aparcamiento con desplazamiento en altura, en ángulo

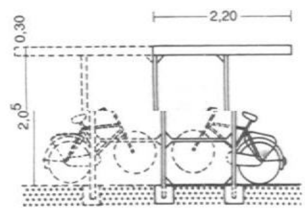


(10) Anchura de los caminos para bicicletas, perfil normal

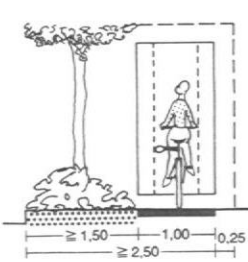


En circunstancias estrechas

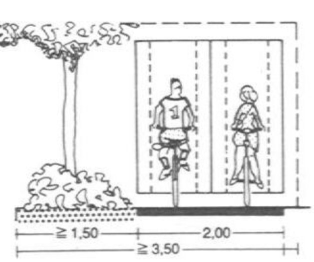
(11) Perfil mínimo



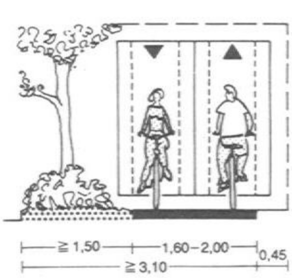
(12) Soportes cubiertos



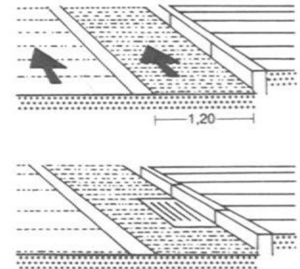
(13) Vías para bicicletas con franja ajardinada de separación con la calzada, solución óptima



(14) Solución óptima



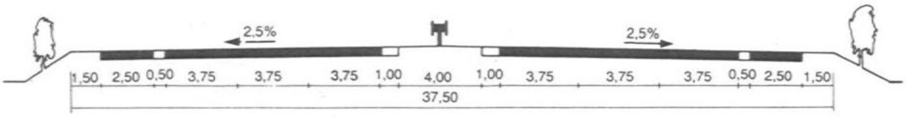
(15) Franja ajardinada, dimensiones mínimas para circulación en dos sentidos



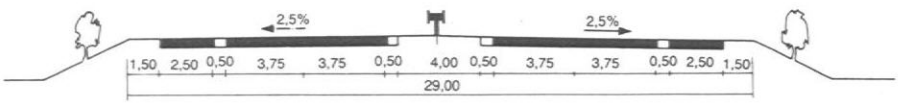
(16) Evitar los sumideros, o similares, en los carriles para bicicletas

Información: Rheinisches Strassenbauamt, 5350 Euskirschen → 🕮

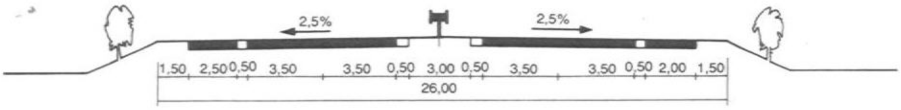
Las autopistas son carreteras destinadas a la circulación rápida de vehículos, sin edificaciones a los lados.
Las dos calzadas de circulación en sentido opuesto se separan con una franja central. Cada calzada se compone de 2 o más carriles y, por lo general, tiene un arcén lateral → ①–③ y pp. 187–188.
Las autopistas se enlazan entre sí a diferente nivel (nudos de tres brazos → ④–⑥, o de cuatro brazos → ⑦–⑨ y disponen de entradas y salidas con enlaces especiales → ⑩–⑪.
Las autopistas son las vías de circulación más seguras. En el planeamiento y en la construcción de nuevas autopistas es primordial el respeto al entorno natural.
Paneles indicadores → ⑫, situados 1000 m antes de las salidas y 2000 m antes de los enlaces con otras autopistas.
Para que los edificios situados junto a las autopistas no influyan negativamente en la circulación (obstaculización visual y disminución de la atención) se han legislado zonas con restricciones a la edificación y zonas de prohibición total. Existen restricciones a la edificación o a reformas importantes en edificios ya existentes, en una franja de 40 a 100 m, medida desde el borde exterior del arcén de la autopista. La zona de prohibición total de edificación de cualquier tipo ocupa una franja de 40 m de anchura desde el borde exterior del arcén de la autopista → ⑬.



① Perfil tipo para autopistas con 6 carriles (RQ 37,50) a 6 ms

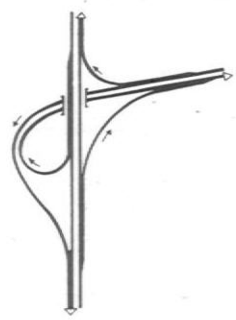


② Perfil tipo para autopistas con 4 carriles (RQ 29; RQ 26) a 4 ms

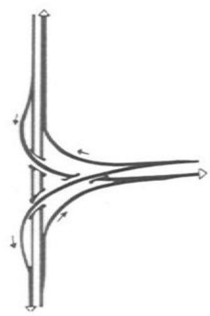


③ Igual que el caso anterior (RQ 29; RQ 26) b 4 ms

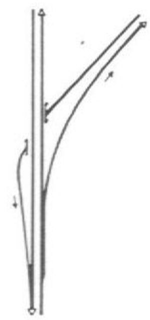
Enlaces de autopistas (tres brazos)



④ Trompeta

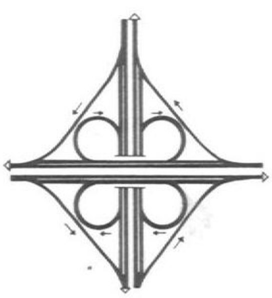


⑤ Triángulo

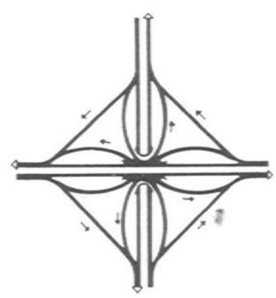


⑥ Bifurcación

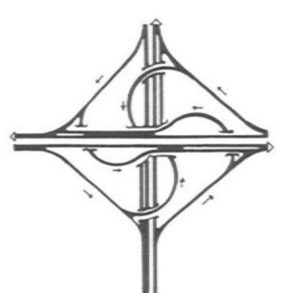
Enlaces de autopistas (cuatro brazos)



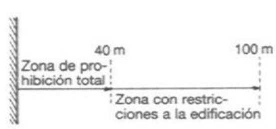
⑦ Trébol



⑧ Cruz de malta



⑨ Molinillo

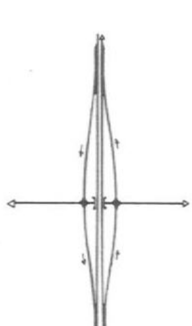


⑬ Prohibición/restricción a la edificación

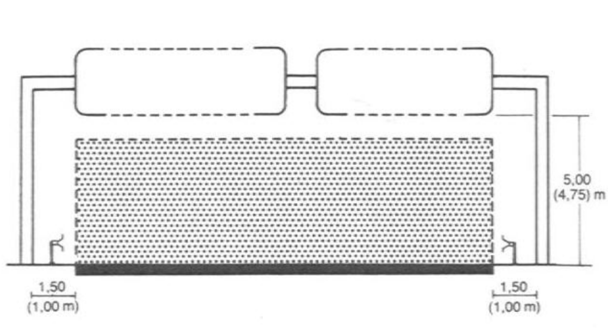
Accesos y salidas (cuatro brazos)



⑩ Medio trébol

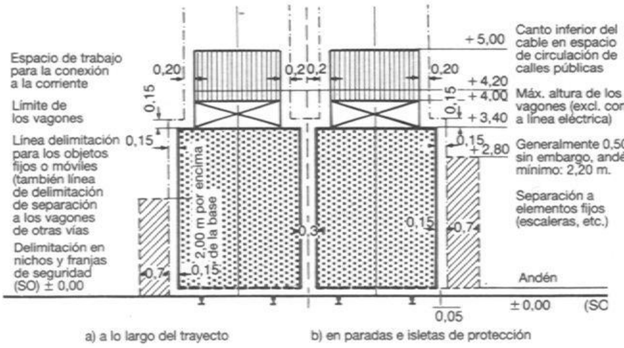


⑪ Rombo

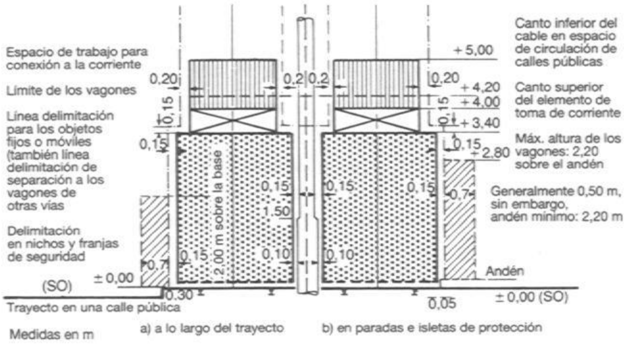


⑫ Panel-puente encima de la calzada

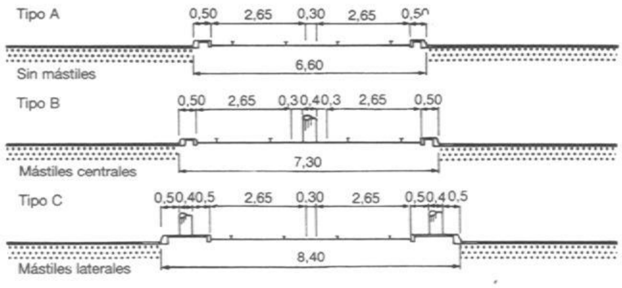
FERROCARRIL METROPOLITANO → 📖



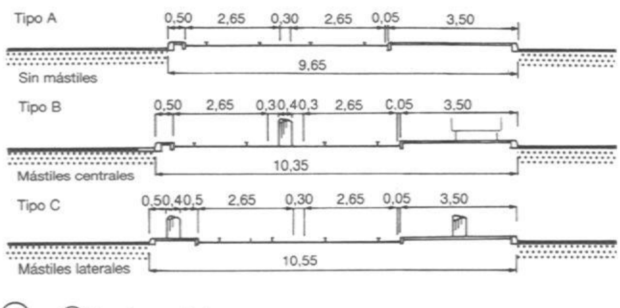
① Separación mínima entre las vías situadas en una calle pública



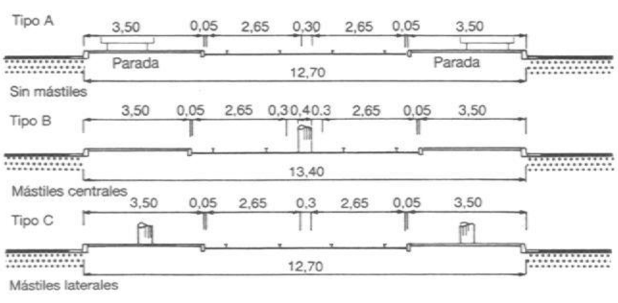
② Separación mínima entre las vías de trazado especial en el interior del espacio de circulación de una calle pública



③ Anchuras tipo para vías especiales en calles de reparto



④ → ③ Paradas a un lado



⑤ Paradas a ambos lados → ③

Legislación: Personenbeförderungsgesetz, BOStrab

El **tranvía** circula exclusivamente a la vista y participa del tráfico urbano; el **ferrocarril metropolitano** circula por túneles realizados exclusivamente para ellos o para los ferrocarriles subterráneos con instalaciones de seguridad adicionales, así como por vías independientes a la altura de las calles; **ferrocarril subterráneo** sólo circula por vías independientes, trazadas sin cruces, y no participa del tráfico urbano.

Ancho de la vía: ancho normal: 1,435 m o 1,0 m, anchura del espacio libre = anchura del vagón + desviación de los vagones en las curvas + franja adicional de seguridad (mín. 2 × 0,15 m).

Anchura de los vagones: 2,3–2,65 m (la medida aún utilizada de 2,20 m se debe a circunstancias locales y debería evitarse en los nuevos trazados).

Separación entre los ejes de las vías: como mínimo 2,60–2,95 m, mejor 3,10 m para compensar la desviación de los vagones en las curvas de radio medio.

Separación del borde del andén hasta el vagón: en vías especiales 0,5 m, excepcionalmente también 0,30 m.

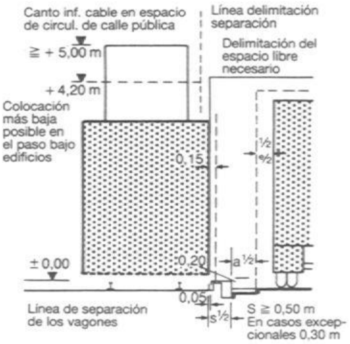
Radio de las vías: a ser posible mayor a 180 m, en bifurcaciones y anillos de enlace al menos 25 m.

Pendiente longitudinal: como máximo 25 ‰, excepcionalmente 40 ‰.

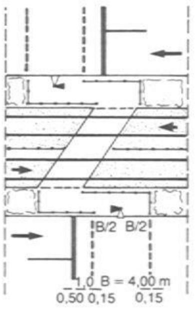
Pendiente transversal: como máximo 1:10, peralte máximo: 1,65 m en vías de ancho normal, 1,20 m en vías de 1,00 m de anchura. Siempre que sea posible se ha de trazar un arco de transición antes de las curvas, que ha de coincidir con la rampa de peralte (aquí la pendiente máxima 1:6 · V).

Dimensiones de los vagones: longitud de los vagones entre 15 m y 40 m, máxima longitud de los trenes: 75 m, longitud del andén = longitud del tren + 5 m para absorber una tolerancia en el frenado. Altura máxima del vagón: 3,40 m. Altura mínima de paso en túneles: 4,20 m, en la superficie de calles: 5 m.

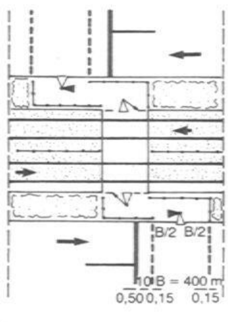
Paradas: anchura mínima de los andenes: 3,50 m. Para colocar marquesinas en andenes centrales se necesitan al menos 5,50 m. La anchura mínima de 1,50 m, exigida en la legislación alemana, debería aumentarse en atención a los viajeros (en caso de disponer de poco espacio, los andenes laterales deberían tener una anchura mayor a 2,00 m). Espacio de seguridad: 0,85 m.



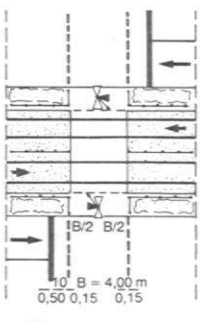
⑥ Delimitación del espacio de paso libre para tranvías



⑦ Paso de peatones sin semáforo



⑧ Paso de peatones con semáforo



⑨ → ⑧

ESPACIOS DE CIRCULACIÓN

Según R. Seredszun – H. Zöllner → 📖

El diseño de las superficies de circulación (calles, trazado de vías, etc.) ha de realizarse de forma cibernética, es decir, teniendo en cuenta todas las relaciones. Se distingue entre:

I. Tráfico de **conexión** (autopistas, cinturones de ronda) con ≧ 4 carriles.

II. Calles **principales** con o sin vías → ①.

III. Calles **secundarias** con 2 a 4 carriles, en parte con superficie para aparcamiento a los lados → ②, y finalmente

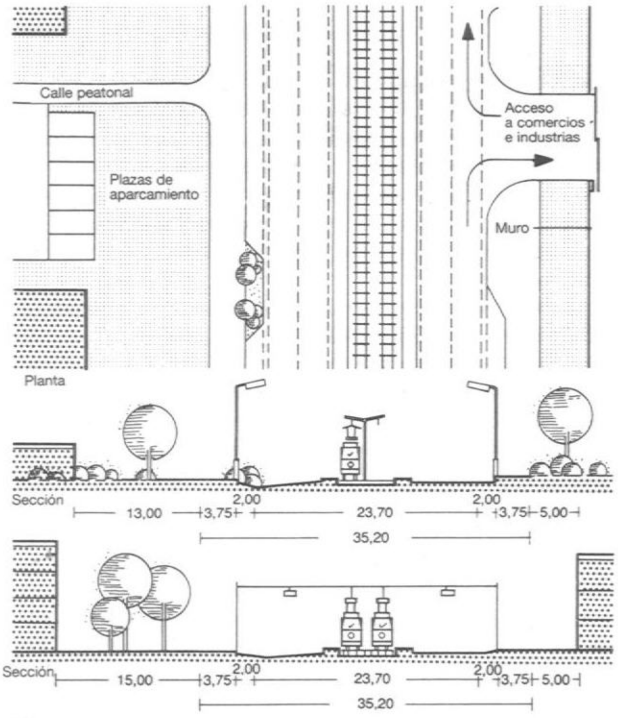
IV. Calles **residenciales** con ≦ 2 carriles, superficies de aparcamiento en la propia calle, o junto a ella → ③ + ④.

Las calles residenciales ofrecen gran superficie de aparcamiento → ⑤ + ⑥; también existe la posibilidad de crear **bolsas de aparcamiento** entre los edificios → ⑦.

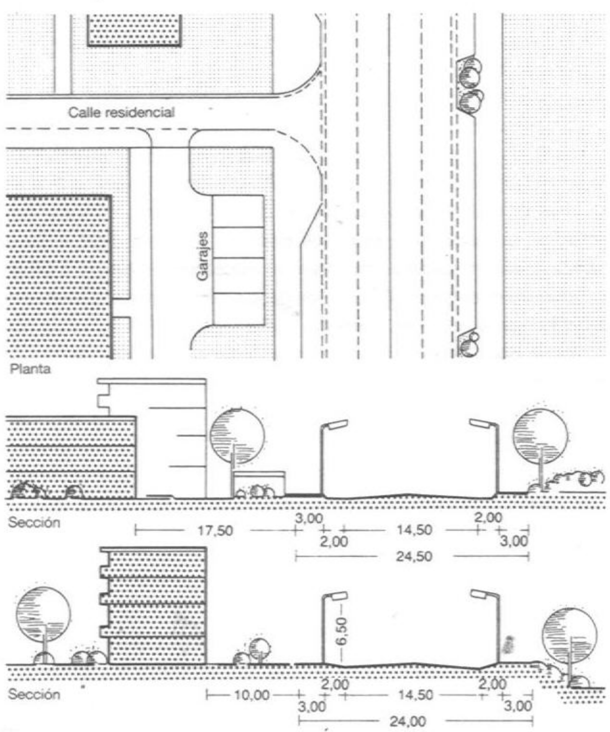
En las calles del tipo IV, la incorporación de caminos peatonales, plazas y superficies ajardinadas ofrece grandes posibilidades de diseño. → 📖

La calle se ha de considerar, desde un punto de vista espacial, como parte de la edificación.

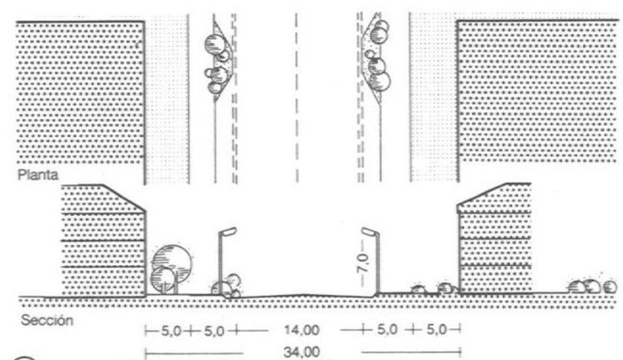
Por regla general, la calzada de las calles del tipo II debería estar despejada. Los medios colectivos de transporte de cercanías deberían separarse claramente del espacio de la calle → ① → p. 195 ①–⑤.



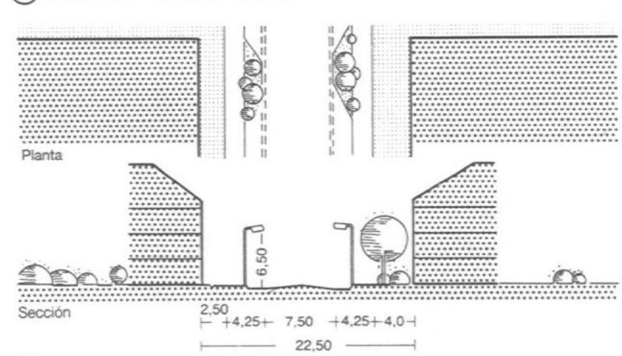
① Calles de 2.° orden con tranvía



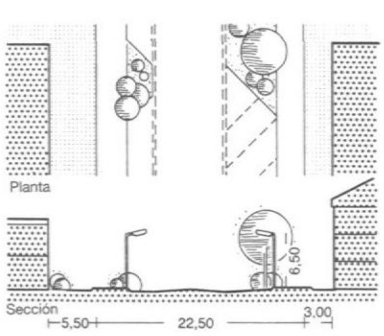
② Espacios de circulación en zonas residenciales



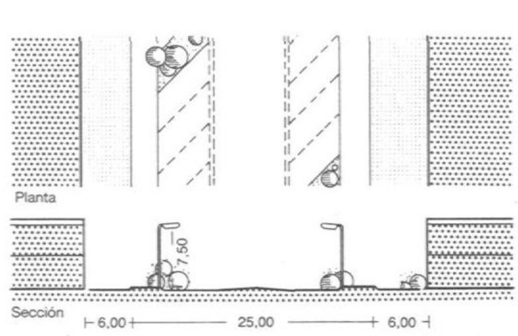
③ Calles de 3.er orden, con 4 carriles



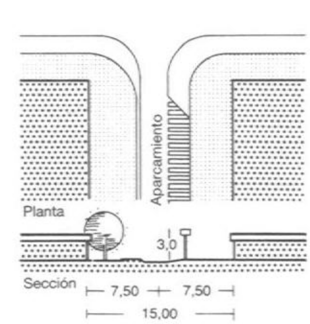
④ Calle de 3.er orden, con 2 carriles



⑤ Con aparcamiento a un lado



⑥ Aparcamiento a ambos lados

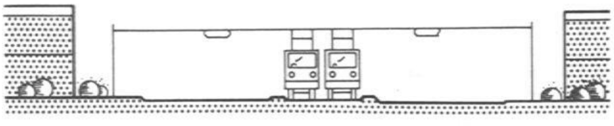


⑦ Posibilidad de utilizar como aparcamiento el espacio entre edificios

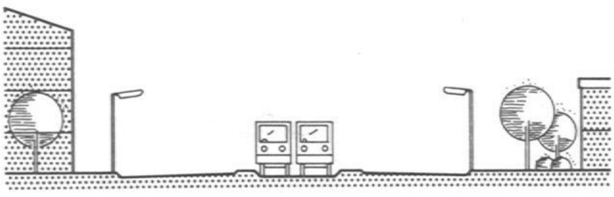
Viales

ESPACIOS DE CIRCULACIÓN

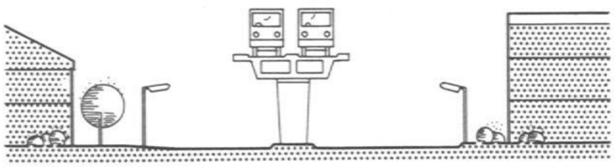
→ 🕮



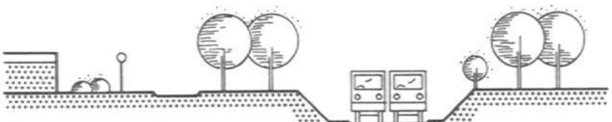
(1) Ferrocarril metropolitano con línea de corriente superior



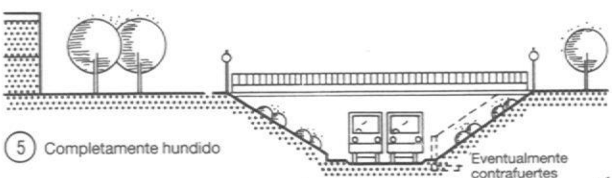
(2) Ferrocarril metropolitano



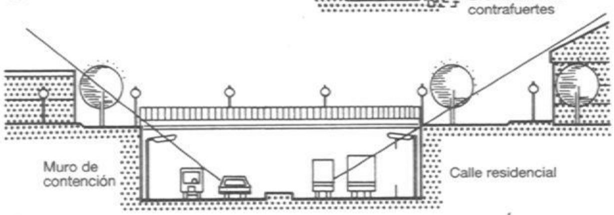
(3) Elevado



(4) Semihundido



(5) Completamente hundido



(6) Hundido y con muros de contención

Los **ferrocarriles metropolitanos** con tracción eléctrica superior, pero mejor con toma de corriente lateral, circulan sobre una vía propia separada de las calzadas por una valla o un seto → (1) +(2). Las vías elevadas → (3) no obstaculizan el tráfico transversal, no han de someterse a una regulación por semáforos y, por lo tanto, se ajustan a un horario puntual, pero implican mayor ruido para los vecinos.

Son preferibles los trazados semihundidos → (4), completamente hundidos → (5), o subterráneos → (11).

El ruido de las calles, en zonas planas, se puede disminuir mediante edificaciones no habitadas (garajes) → (10), mediante plantas → (9) o a través de una cobertura vegetal → (8) → p. 197.

Aún producen mejor efecto las calles rehundidas con taludes ajardinados → (9) o completamente hundidas → (8).

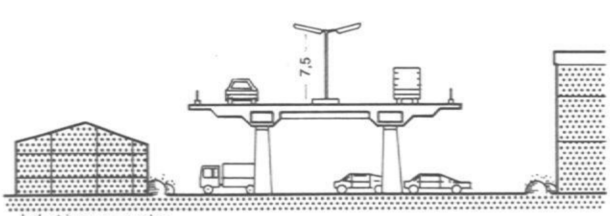
Las calles elevadas son favorables en las zonas industriales, donde el ruido de la calle es menos molesto → (7).

Por lo general, las medidas de aislamiento acústico realmente eficaces sólo son posibles en las calles de nuevo trazado, sobre todo, en el planeamiento global de nuevas zonas, donde las calles de circulación rápida (100–120 km/h) están suficientemente lejos de los edificios de viviendas, preferiblemente semihundidas → (3)–(4)+(8)–(9) con ramales a las zonas residenciales flanqueados por garajes y plazas de aparcamiento delante suyo, desde los que parten anchos caminos peatonales hasta las viviendas, que en caso necesario pueden ser utilizados por vehículos de emergencia (ambulancias, coches de bomberos, camiones de mudanzas) → p. 194 (1)–(2). La existencia de mucho verde con árboles de hoja perenne (coníferas) mejora la tranquilidad → (10).

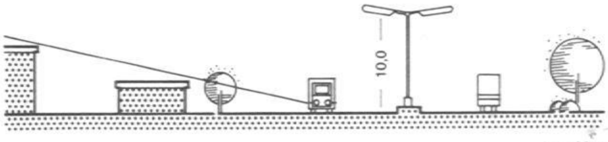
Una franja densamente arbolada de ~ 100 m disminuye el ruido en ~ 10 db. Esto significa que el ruido sólo se percibe en la mitad de su intensidad → p. 197.

La altura de la pantalla de protección acústica debe ser tal que los edificios a proteger queden completamente cubiertos en sentido perpendicular a la vía de circulación.

Viales

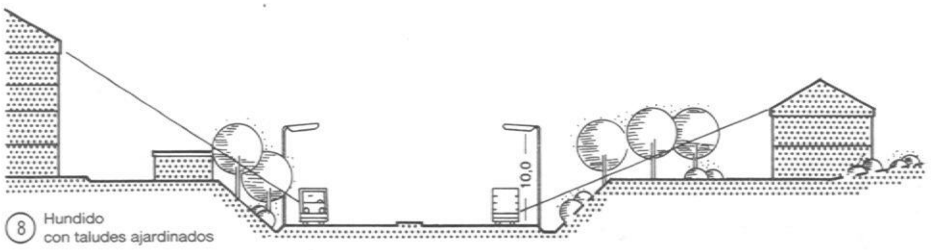


(7) Elevado; debajo: plazas de aparcamiento

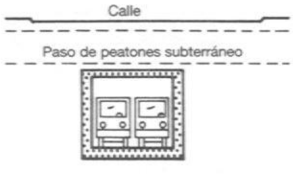


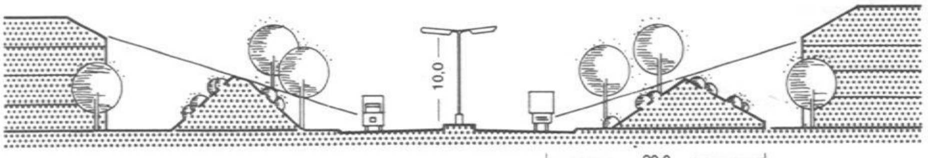
(10) Calle en una zona plana

La experiencia ha demostrado que la disposición más ventajosa desde el punto de vista del aislamiento acústico, es la calle hundida con taludes ajardinados. Las ondas sonoras no pueden llegar directamente a la edificación



(8) Hundido con taludes ajardinados





(9) Con taludes laterales de tierra, buen aislamiento acústico

(11) En un túnel

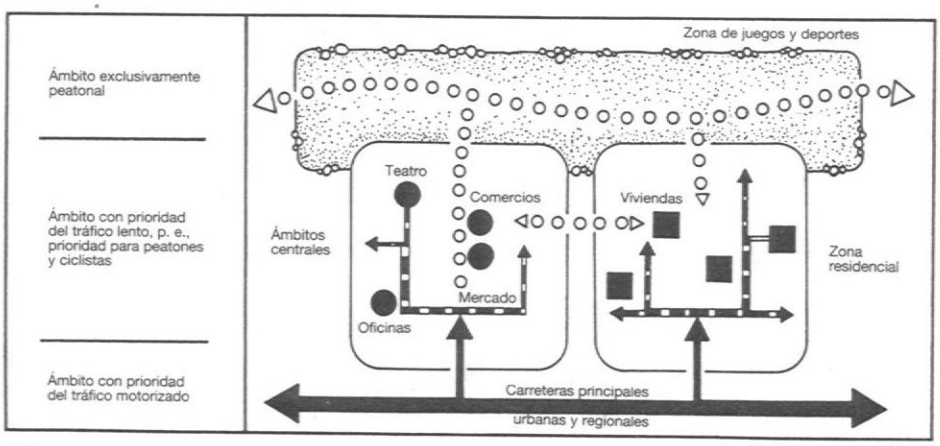
N.° / Medidas (Efecto deseado →)	Desplazar circulación de largo recorrido	Disminuir la velocidad	Acentuar la función residencial	Más seguridad para peatones y niños	Más espacio mov. para peatones y vec.	Reducción del ruido del tráfico	Apelación al respeto hacia los demás	Medidas a adoptar
A 1 Calles sin salida	●●	○		○		●		
2 Calles anulares	●					○		
3 Calles de dirección única	●				○			
B 1 Cambio de material en la calzada		●						
2 Estrechamiento de la calzada	●	●●		●		●		
3 Reestructuración óptica del espacio de la calle	●	●	●●	●		●	●	
4 Obstáculo a la circulación	●	●●		●				
5 Reordenación de los aparcamientos		●●		●				P P P P
6 Adoquinado	●	●●	●●	●	●●	●	●●	
C 1 Señalización «zona residencial»	●	●	●●	●●		●	●	Señales de tráfico 325/326
2 Velocidad máxima 30 km/h		●		●		●		30
3 Cambios en la preferencia de paso	○	●		○				▽

Medidas a adoptar

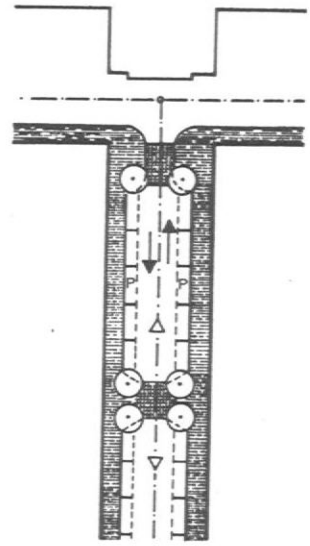
A - Sistema de circulación
B - Diseño de los detalles
C - *Dirección del tráfico*

●● Efecto deseado
● Efecto probable
○ Efecto posible

(1) Ralentización del tráfico en calles de zonas residenciales / Esquema de medidas a adoptar y su grado de eficacia



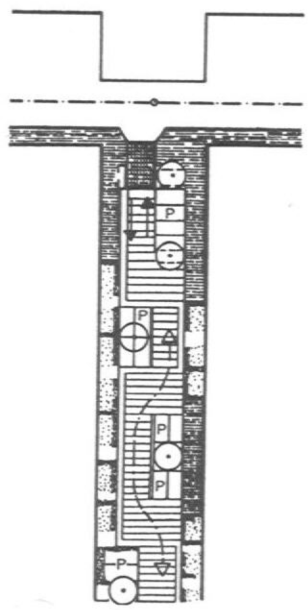
(2) Esquema de ordenación de las prioridades de tráfico



Medidas individuales:
B1 + B2 + B3 + (caso de existir, B4 + B6) + C1 + C2

Mantener la separación entre calzada y acera, sin embargo, reducir la sección de calzada en beneficio de aceras más anchas – Reducción de la velocidad de circulación mediante un estrechamiento de la calzada – Más espacio y seguridad para los peatones – Mejor diseño mediante una articulación espacial.

(3) Diseño de calles Propuesta A → (1)



(A3) + B1 + B2 + B3 + B4 + B5 + B6 + C1
Circulación motorizada, aparcamiento y circulación peatonal en una superficie conjunta (superficie mixta) – Es posible usar toda la superficie de la calle para diferentes usos – Limitación de la velocidad a la velocidad del paso humano (20 km/h) – Rediseño global de todo el espacio de la calle respetando los requisitos de habitabilidad de las «calles residenciales».

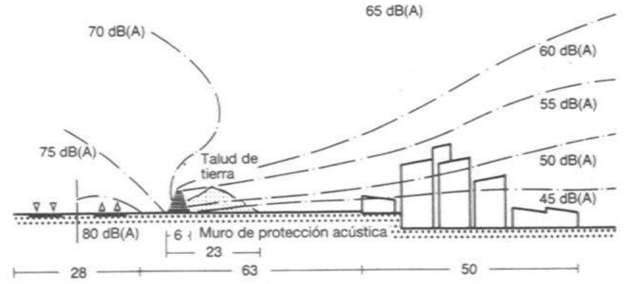
(4) Diseño de calles Propuesta B → (1)

ESPACIOS DE CIRCULACIÓN

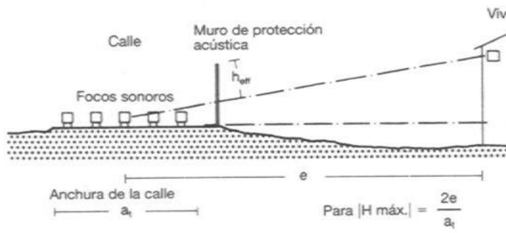
PROTECCIÓN ACÚSTICA DIN 18005

Directrices para la protección acústica junto a las calles

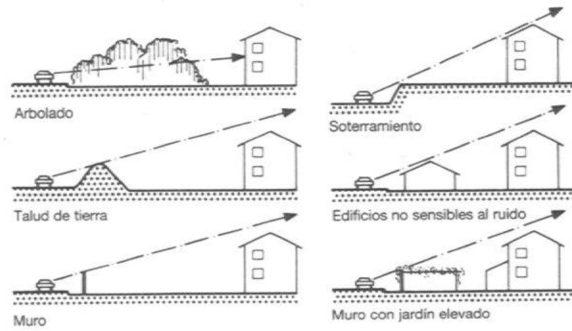
La progresiva toma de conciencia respecto a los problemas del medio ambiente ha provocado que el aislamiento acústico, sobre todo en los espacios destinados a la circulación, sea cada vez más importante. En especial, la intensidad acústica debida a la densidad viaria y edificatoria exige una protección eficaz en forma de muros de tierra, muros de protección acústica o pirámides de protección acústica → ① – ⑦. El ruido de las vías de circulación debe disminuirse mediante los muros de protección acústica en ≧ 25 dB (A). Esta reducción se denomina △ LA, R, STR y en el tráfico por carretera es una medida de aislamiento acústico modificado. Se distingue entre muros de aislamiento acústico por reflexión △ LA, a, STR < 4 dB (A) y por absorción 4 dB (A) ≦ LA a STR <8 dB (A), de alta absorción 8 dB (A) ≦ LA a STR. La norma DIN 18005 parte 1.ª y las directrices para el aislamiento acústico en calles, RLS – 81, ofrecen indicaciones exhaustivas para el cálculo. El alcance del efecto de blindaje de los muros de aislamiento acústico no depende del material, sino sobre todo de la altura del muro. Su eficacia descansa en la sombra que produce frente al ruido de los vehículos, sin embargo, no queda plenamente garantizada mediante las relaciones ópticas. Debido a la curvatura de las ondas sonoras, una pequeña parte de la energía acústica puede llegar a la zona de sombra. Esta parte es tanto menor, cuanto más alta sea la pared y más larga sea la trayectoria del rayo curvado. La industria ofrece múltiples piezas prefabricadas de hormigón, así como muros de protección acústica de vidrio, madera y acero.



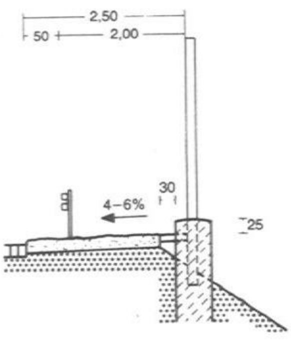
① Líneas isofónicas. Efecto de un talud de tierra o un muro de protección acústica en el nivel de intensidad acústica



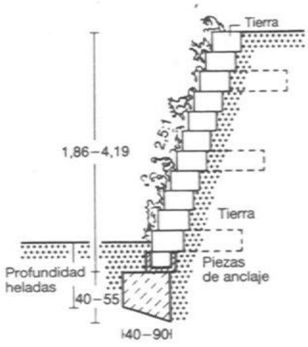
② Diagrama para el cálculo de la altura de un muro de protección acústica



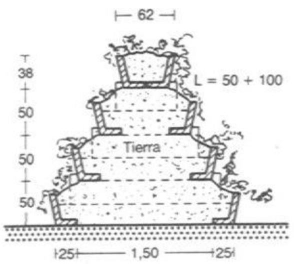
③ Medidas de aislamiento acústico junto a las carreteras



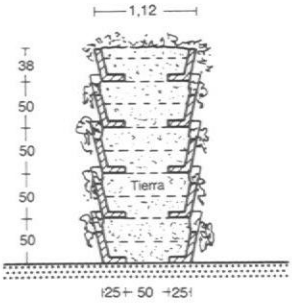
④ Disposición de muros de protección acústica junto a carreteras



⑤ Muro de protección de piezas prefabricadas de hormigón. H ≦ 1,19



⑥ Pirámide de protección acústica



⑦ Muro de protección acústica



	Día	Noche
Zona exclusiv. resid. Casas de fin de semana	50	35
Zona residencial Pequeñas urbaniz.	35	40
Pueblo Zonas mixtas	60	45
Núcleo urbano Área comercial	65	50
Zona industrial	70	70
Zona especial	45-70	35-70

Nivel de intensidad acústica de planeamiento para zonas residenciales en dB (A)

⑧ Disminución de la intensidad acústica

Reducción necesaria		10	15	20	25	30	35
Separación necesaria	Prado	75–125	125–250	225–400	375–555	–	–
	Bosque	50–75	75–100	100–125	125–175	175–225	200–250

⑨ Reducción del ruido por alejamiento

Altura del talud o muro en m	1	2	3	4	5	6	7
Reducción en dB (A)	6	10	14	16,5	18,5	20,5	23,5

⑩ Estimación del nivel de ruido de una calle

Intensidad de tráfico en ambas direcciones durante el día vehículos/h < 10	Disposición de los tipos de calle respecto a la intensidad de tráfico Calle residencial	Separación desde el centro de calzada en m –	Nivel de ● intensidad acústica 0
10–50	Calle residencial de 2.° orden (2 carriles)	>35 26–35 11–25 ≤10	0 I II III
>50–200	Calle residencial de 1.ª orden (2 carriles)	>100 36–100 26–35 11–25 ≦10	0 I II III IV
>200–1000	Carretera en el interior de un pueblo (2 carriles)	101–300 36–100 11–35 ≦10	I II III IV
	Carreteras fuera de núcleos urbanos y en zonas industriales y comerciales (2 carriles)	101–300 36–100 11–35 ≦10	II III IV V
>1000–3000	Calles principales en el interior de la ciudad y de políg. industr. y comerciales (2 carriles)	101–300 36–100 <35	IV IV V
>3000–5000	Carreteras principales, accesos a autopistas, autopistas (4-6 carriles)	101–300 ≦100	IV V

⑪ Estimación del nivel de ruido de una calle

Viales

CERCADOS DE JARDINES

→ 🕮

Legislación urbanística, obligatoriedad de cercar los solares.

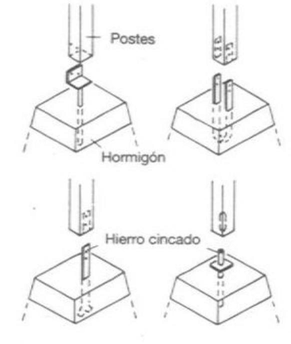
El propietario de un solar edificado o utilizado comercialmente está obligado, a petición del propietario vecino, a vallar el límite entre ambas propiedades. Si ambos solares están edificados o se utilizan con fines comerciales, ambos propietarios están obligados a construir conjuntamente la valla. El vallado ha de estar de acuerdo con las costumbres locales. Generalmente se levanta una cerca de aprox. 1,20 m de altura → ⑤–⑳. La valla se ha de construir en el límite de la propiedad. Los costes de construcción se reparten a partes iguales entre ambos propietarios.

Valla conjunta: levantada encima del linde. Valla propia: murete de cimentación justo al lado del linde.

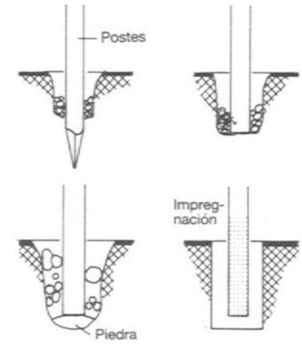
Separación de los setos hasta el linde: si tienen más de 2,00 m de altura: 1,00 m; hasta 2,00 m de altura: 0,50 m → ㉑. La distancia se ha de medir desde la cara exterior del seto. En los árboles, desde el centro del tronco.

Las vallas de protección frente a animales salvajes se han de enterrar de 10 a 20 cm, sobre todo entre los setos → ㉑. Las vallas de madera y las empalizadas son muy duraderas si están impregnadas, en todo su espesor, a presión en una cámara de vacío. Vida media: superior a 30 años.

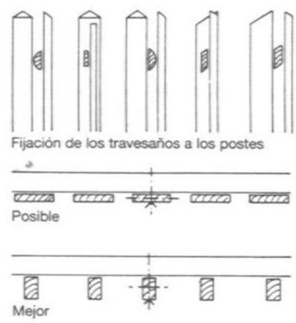
Como protección visual son apropiadas las vallas de lamas de madera → ⑦–⑧, que también pueden servir como aislamiento acústico. La valla de tijeras o de cazador, es el cercado preferido para delimitar fincas → ⑨.



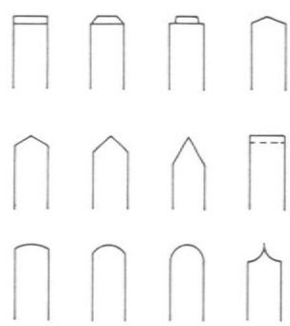
① Fijación de postes para vallas y pérgolas



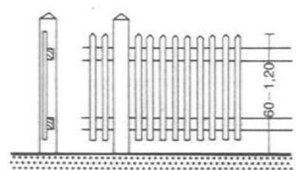
② Soterramiento de los postes



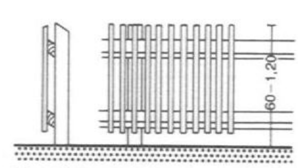
③ Ripias verticales fijadas a los travesaños



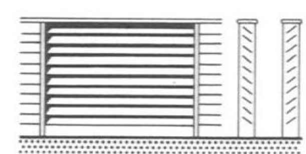
④ Remate de las ripias verticales



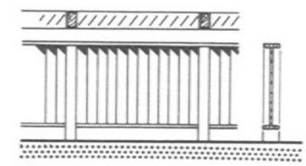
⑤ Valla con postes sobresalientes



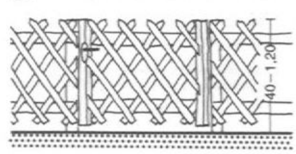
⑥ Vallas con ripias de cerramiento a todo lo largo



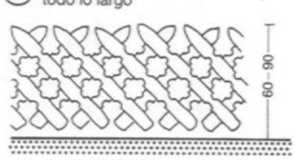
⑦ Lamas de madera horizontales



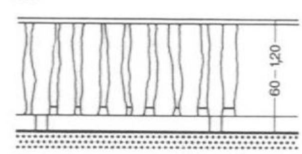
⑧ Lamas de madera verticales



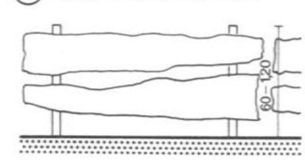
⑨ Valla de cazador



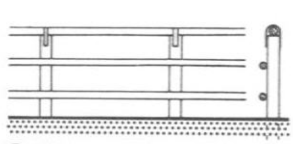
⑩ Valla ornamental



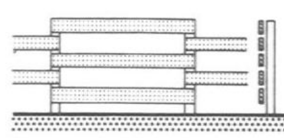
⑪ Valla de costeros con marco



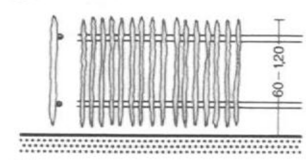
⑫ Valla de costeros longitudinales



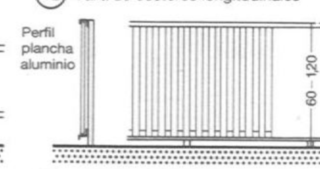
⑬ Valla para prados con travesaños redondos



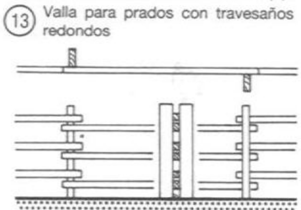
⑭ Valla de tablones encolados



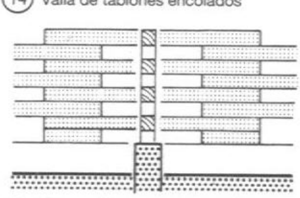
⑮ Valla sencilla de madera



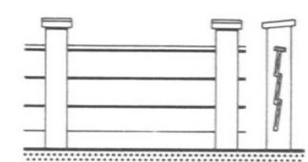
⑯ Variante de valla de madera



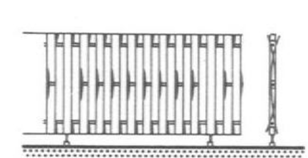
⑰ Valla para prado con travesaños y postes alternados



⑱ Valla de tablas de madera de sección rectangular



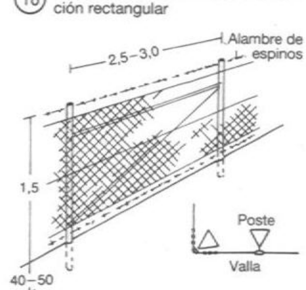
⑲ Valla de tablones aserrados, claveteados a los postes



⑳ Valla de tablas de madera curvadas y fijadas a un entramado de perfiles de acero



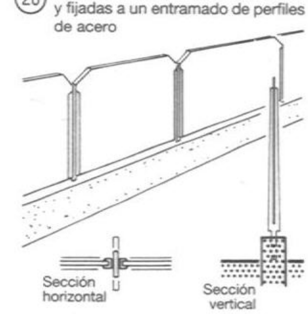
㉑ Seto con una valla de tela metálica en su interior



㉒ Valla de tela metálica con recubrimiento plástico, enterrada en el suelo o a poca distancia de él, alambre de espinos en la franja libre.



㉓ Valla de perfiles de acero cincado y lamas verticales de material sintético



㉔ Valla de separación de vidrio armado ornamental sobre un zócalo de hormigón

Por lo general, un propietario sólo construye un lado del cercado, ya que el vecino se encarga de la otra mitad.

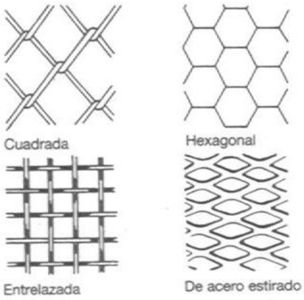
En el mercado se pueden encontrar telas metálicas de muchos tamaños y formas diferentes → ①. Las telas metálicas con un recubrimiento plástico y los postes de acero cincado no necesitan mantenimiento.

La valla se atiranta con ayuda de postes de madera, hormigón o acero → ⑦ + ⑩ anclados en el suelo. Las vallas ornamentales de enrejados metálicos tienen soldaduras puntuales y están cincadas → ③ – ④.

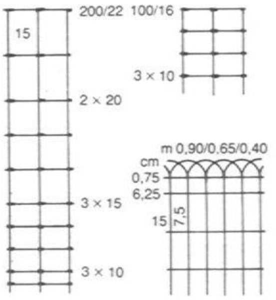
Las cercas de forja pueden tener mayor o menor ornamentación. Pueden tener casi cualquier forma imaginable → ⑥.

Las piedras naturales, como el granito o el cuarzo, pueden colocarse labradas → ⑧ o sin labrar → ⑨.

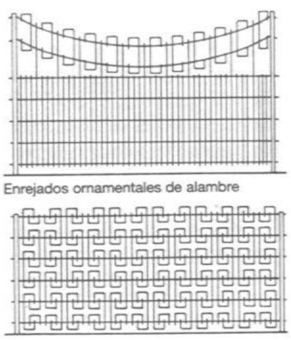
A ser posible, sólo debería emplearse un tipo de piedra.



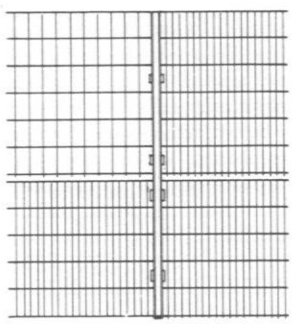
① Malla metálica, espacio intersticial más frecuente: 4–5,5 cm.



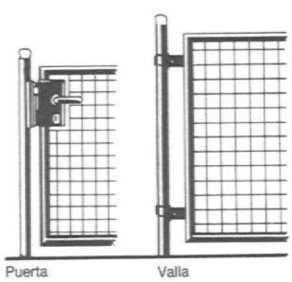
② Enrejados con nudos y decorativos



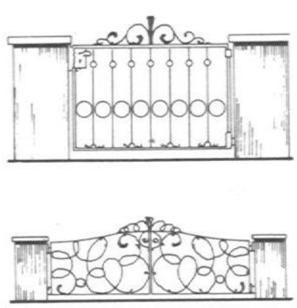
③ Enrejados ornamentales de alambre



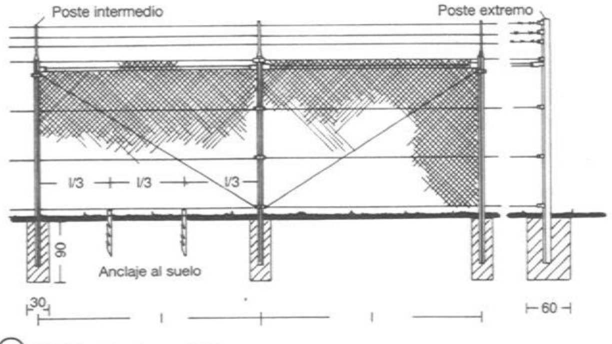
④ Enrejados con montantes



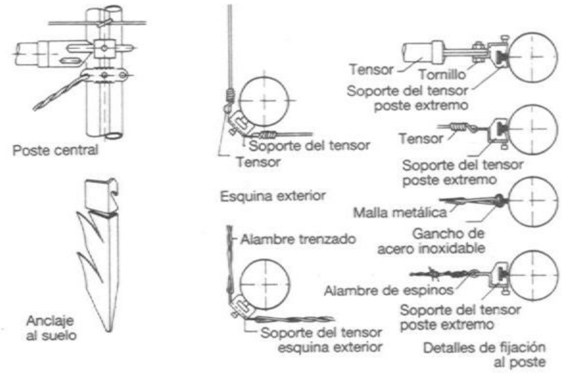
⑤ Puerta de malla ondulada y módulo de valla



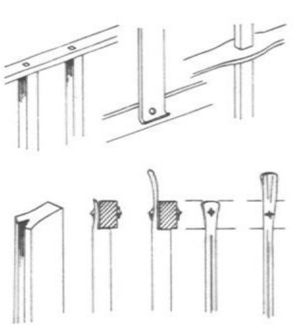
⑥ Puertas de forja



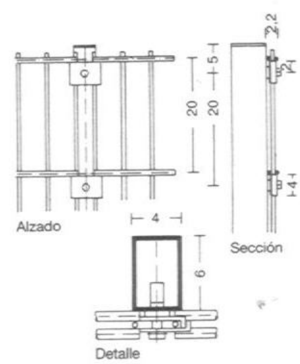
⑦ Rigidización de un módulo



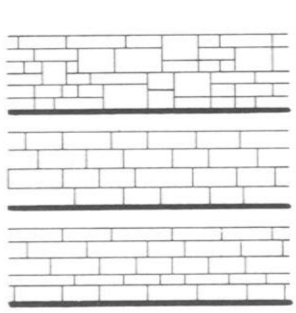
⑩ Detalles de rigidización de una valla → ⑦



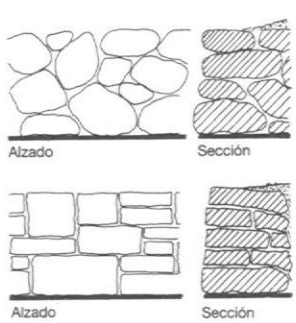
⑪ Diferentes métodos para unir y rematar las pletinas de hierro → ⑥



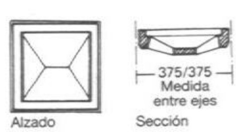
⑫ Enrejado de acero



⑧ Obra de fábrica vista con ladrillos de diferente medida

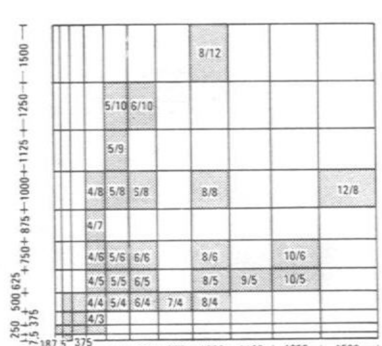


⑨ Obra de fábrica de mampostería



⑬ Forma usual de suministro de los bloques de hormigón

La tabla adjunta muestra las dimensiones de acuerdo con las medidas estipuladas para la construcción en la norma DIN 4172. Todas las medidas entre ejes son múltiplos de 125 mm, dada una junta de 10 mm.

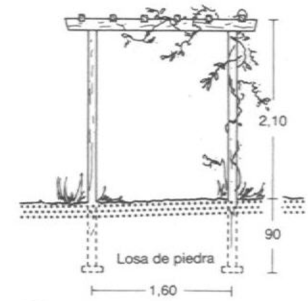


PÉRGOLAS, CAMINOS, ESCALERAS, MUROS CONTENCIÓN

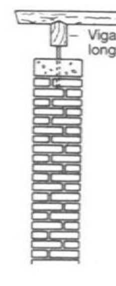
→ p. 231

Losetas de piedra para caminos entre los parterres → ④. Se ha de diferenciar entre las losetas levemente elevadas sobre la superficie ajardinada y aquellas colocadas al mismo nivel que el césped → ⑤–⑦. Para andar con mayor comodidad, la línea de pendiente ha de ajustarse a una forma cóncava → ⑧–⑨. Al trazar los caminos se ha de tener en cuenta la escorrentía del agua → ⑩–⑫. Los ejemplos → ⑬–㉔ muestran diferentes posibilidades de construir escaleras en jardines; además de ser seguras y cómodas, han de incorporarse armónicamente entre las plantas. Los escalones han de tener una ligera pendiente hacia delante, para que el agua de lluvia no se estanque. En los jardines naturalistas, los peldaños se pueden realizar con maderas trabadas con estacas hincadas en el suelo → ⑬ + ⑲.

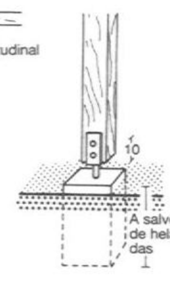
Las escaleras también se pueden diseñar con formas de fantasía y piedras especiales para jardines (tipo Karlsruhe). Para la fantasía no existen límites, aunque debería respetarse la fórmula de las escaleras → p. 175–178. Escaleras con rampas a los lados para bicicletas, cochecitos de niños, cubos de basura, minusválidos. Muros secos hasta 2 m de altura delante de tierra consolidada. Pendiente hacia la ladera 5–20 % → ㉖. Los muros de hormigón son más sencillos de construir y más baratos → ㉗; también se pueden realizar con piezas prefabricadas → ㉘ de diferentes formas y tamaños. Con las piezas normalizadas también pueden construirse muros curvos. Piezas 55/30: radio de curvatura mínimo: 4,80 m; piezas 205/125, radio mínimo: 24,90 m.



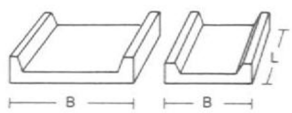
① Pérgola de madera



② Pérgola sobre pilares de ladrillo

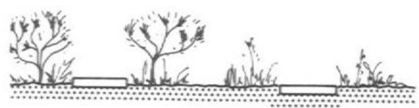


③ Separar piezas de madera del suelo, para evitar que pudran



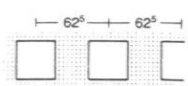
Longitud L cm	Anchura B cm	Altura canto cm
50	50	12
50	70	14

④ Losetas para construir caminos

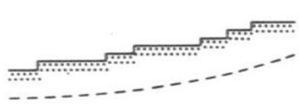


⑤ Caminos con losetas de piedra ligeramente elevadas (se ensucian menos)

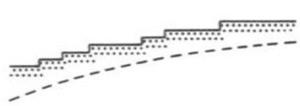
⑥ Al mismo nivel que el césped (no se obstaculiza el paso del cortacésped)



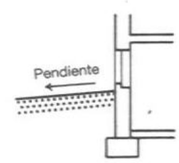
⑦ Separación entre las losetas = longitud de un paso; espesor ≧ 3 cm



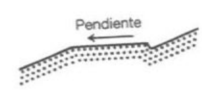
⑧ Para andar cómodamente la pendiente se ha de ajustar a una línea cóncava



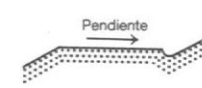
⑨ Error: la pendiente se ajusta a una línea convexa



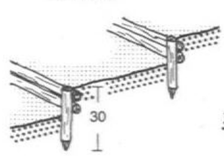
⑩ En caminos junto a edif. pendiente transversal



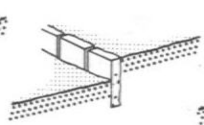
⑪ Camino a media ladera



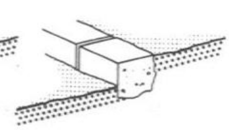
⑫ Calle a media ladera



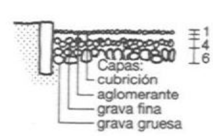
⑬ Estacas de madera



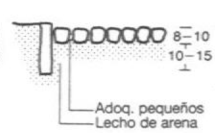
⑭ Losetas de piedra colocadas verticalmente



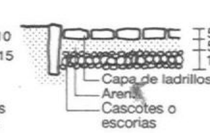
⑮ Piedras labradas por dos caras



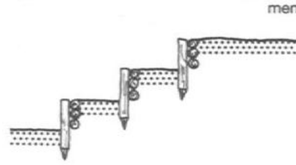
⑯ Camino de grava



⑰ Adoquines pequeños; solución cara, pero duradera



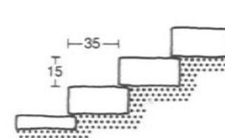
⑱ Camino de ladrillo



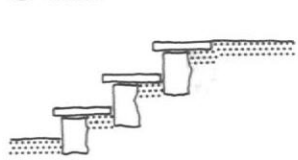
⑲ Escalera de peldaños fijados con estacas



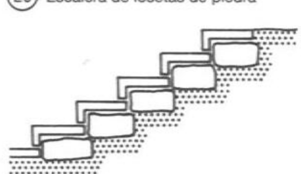
⑳ Escalera de losetas de piedra



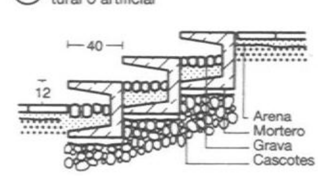
㉑ Escalera de bloques de piedra natural o artificial



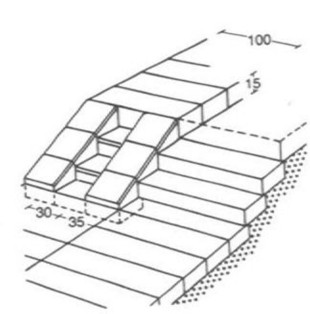
㉒ Escalera de losetas de piedra apoyadas sobre bloques



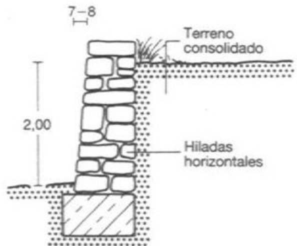
㉓ Escalera de peldaños de hormigón apoyados sobre bloques



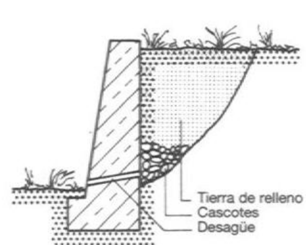
㉔ Piedras para jardín (tipo Karlsruhe) formando una escalera



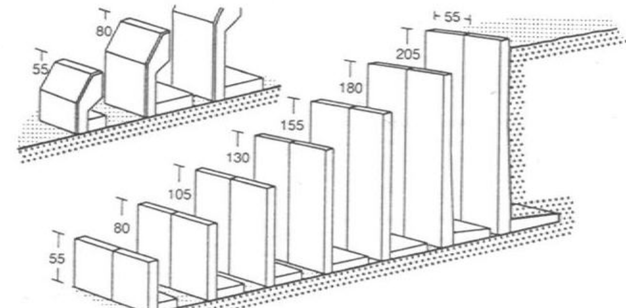
㉕ Rampa y escalera de piezas prefabricadas de hormigón



㉖ Muro seco, no es necesario un desagüe especial

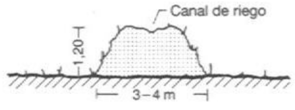


㉗ Muro de contención de hormigón (también puede ser de piezas prefabricadas) → ㉘

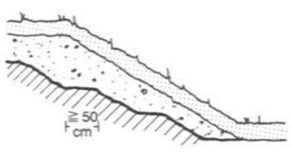


㉘ Muro de contención de piezas prefabricadas

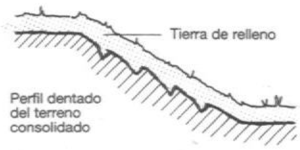
CONTENCIÓN DE TIERRAS DIN 18915 → 📖



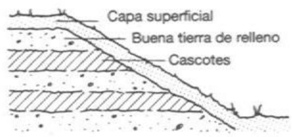
① Vertido de tierras encima del nivel del suelo



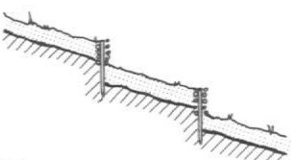
③ Escalonamiento de la tierra cohesiva del núcleo



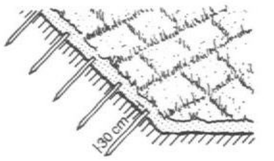
② Vertido de tierras encima de superficies de poca pendiente



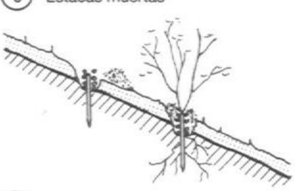
④ Vertido por capas



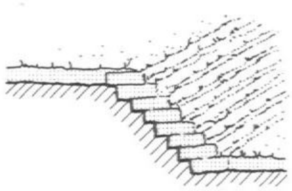
⑤ Estacas muertas



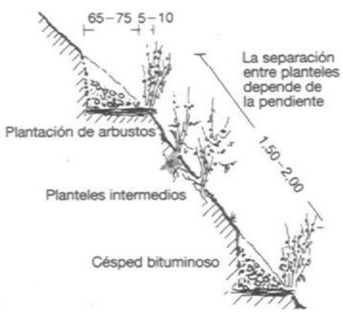
⑦ Paneles de césped fijados con puntas de madera (pendiente > 1:2)



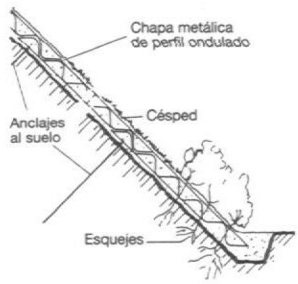
⑥ Estacas vivas (esquejes)



⑧ Consolidación con paneles gruesos de césped



⑨ Plantación pionera de arbustos y césped bituminoso para consolidar taludes de gran pendiente



⑩ Afianzamiento de la superficie del talud mediante el sistema Weber



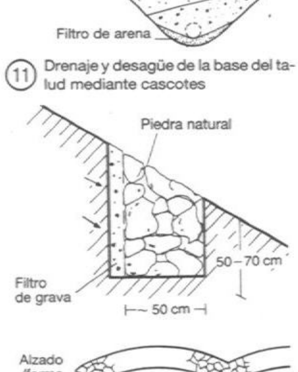
⑪ Drenaje y desagüe de la base del talud mediante cascotes



Muros escalonados (sobre todo en el sudoeste de Europa)



⑫ Afianzamiento de taludes mediante piedras o cantos rodados



⑬ Nervios de piedra para el desagüe y afianzamiento de taludes



⑭ Escalonamiento de bloques abiertos por su cara superior para plantar; pendiente 1:1,5

La tierra procedente de las excavaciones de las obras se acopia en montones → ① que, si no quedan en sombra, deben cubrirse para evitar una desecación excesiva (paneles de césped, paja, etc.). Si el amontonamiento de tierras ha de ser duradero, se pueden sembrar plantas.

Los montones de tierra vegetal se han de remover al menos una vez al año y añadir 0,5 kg de cal viva por cm^3 de tierra.

Al realizar vertidos de tierra se han de adoptar **medidas de compactación** si se han de efectuar trabajos de jardinería inmediatamente después (sobre todo para caminos y plazoletas).

1. El paso de vehículos de transporte suele proporcionar, en caso de verter la tierra por capas, un grado de compactación suficiente.
2. Regar sólo cuando se trata de tierras con buen drenaje (arena y gravas finas).
3. Apisonar por capas de 30 a 40 cm de espesor para compactar tierras coherentes, desde fuera hacia dentro, es decir desde el talud hacia el centro del vertido. Al construir caminos se han de apisonar además los vertidos de cascotes.
4. También se pueden apisonar las tierras consolidadas.
5. Vibrar las tierras de relleno sueltas, de escasa cohesión.

En todos los trabajos de compactación se ha de tener en cuenta cuál será la utilización posterior. En los caminos y plazas se ha de compactar incluso la última capa de vertido, mientras que en las superficies destinadas a plantar césped se necesita una capa de 10 cm de espesor de tierra suelta y en las superficies ajardinadas hasta 40 cm.

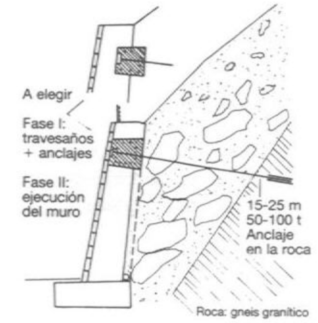
Taludes
Consolidación de taludes

Para evitar una erosión excesiva, deslizamientos y corrimientos de tierras, los taludes de cualquier material de vertido, se afianzan mediante un terraplenado por capas. Dando un perfil dentado al suelo consolidado → ②, se evita la formación de superficies de deslizamiento para las tierras más sueltas del relleno. El ligero escalonamiento del subsuelo → ③, cuando se ha de verter una gran cantidad de tierras, proporciona una seguridad adicional frente a los corrimientos de tierras (anchura de los escalones ≧ 50 cm). Si la pendiente de estos escalones está orientada hacia la ladera, se ha de prever una pendiente longitudinal para que pueda desaguar el terreno en caso de lluvia.

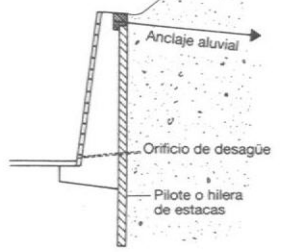
Tipo		Peso kg/m³	Talud natural en grados
Terraplén	esponjoso y seco	1400	35–40
	esponjoso, con humedad natural	1600	45
	esponjoso y saturado de agua	1800	27–30
	apisonado y seco	1700	42
	apisonado y con humedad natural	1900	37
Tierra arcillosa	esponjoso y seco (valor medio para suelos ligeros)	1500	40–45
	esponjoso, con humedad natural	1550	45
	esponjoso y saturado de agua (valor medio para suelos medios)	2000	20–25
	apisonado y seco	1800	40
	apisonado y con humedad natural	1850	70
Grava	(cantos rodados), de grano medio y seca	1800	30–45
	de grano medio y húmeda	2000	25–30
	seca	1800	35–40
Arena	fina y seca	1600	30–35
	fina y con humedad natural	1800	40
	fina y saturada de agua	22000	25
	gruesa y seca	1900–2000	35
Cascotes, húmedos		2000–2200	30–40
Arcilla	esponjosa y seca	1600	40–50
	esponjosa y saturada de agua	2000	20–25
	compacta y con humedad natural (suelo pesado)	2500	70
Arena y cascotes secos		1400	35

⑮ Peso y talud natural de diferentes tipos de suelo

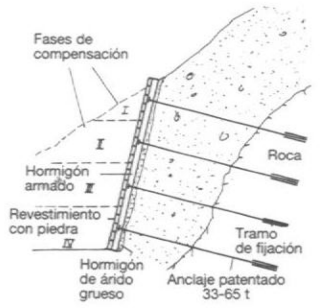
CONSOLIDACIÓN DE TIERRAS → 🕮



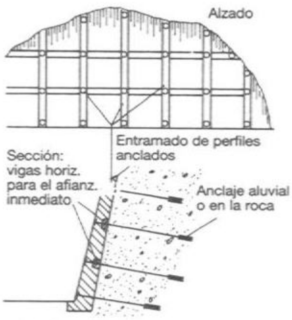
① Muro de contención anclado a la roca para un talud de cascotes (esquema Badberg II)



② Muro de contención con pilotes o hilera de estacas (con o sin anclaje) en terrenos de piedras sueltas



③ Afianzamiento de taludes en terrenos de piedras sueltas: compensación de abajo hacia arriba y contención inmediata a través de los elementos del muro y los anclajes aluviales (autopista del Brenner)

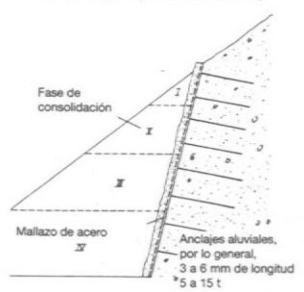


④ Afianzamiento primario de taludes en terrenos arcillosos o parcialmente compactados mediante un entramado de perfiles anclados

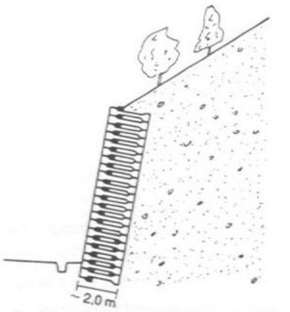
En los taludes de gran inclinación es necesario afianzar la tierra superficial. A ser posible, los taludes han de tener poca pendiente y un perfil redondeado, cuya superficie se pueda cubrir con césped, plantas o arbustos. En caso de realizar taludes con una inclinación mayor al ángulo natural de vertido, se han de afianzar mediante paneles de césped, adoquines o muros de contención. Si la pendiente es mayor a 1:2, los paneles de césped se anclarán con clavos de madera → p. 201. Existen paneles gruesos de césped para consolidar taludes con una pendiente entre 1:1 y 1:2 y rejillas para afianzar taludes de gran pendiente en los que es difícil que agarren plantas. Se distingue entre rejillas muertas y vivas. En estas últimas (esquejes de sauce) es necesario proceder posteriormente a una plantación definitiva de especies frondosas, ya que el sauce es únicamente una plantación auxiliar → p. 201.

Para asegurar grandes taludes, tal como ocurre en la construcción de carreteras o al edificar en solares de gran pendiente, es necesario adoptar medidas de consolidación más complejas → ① –⑥. Diferentes mallas de perfiles metálicos, por ejemplo, formados por vigas horizontales preancladas y pilares verticales. Espacio intersticial rellenado con hormigón → ④.

Los muros de contención ajardinados ofrecen más espacio útil para los solares, carreteras y caminos. Se pueden superar grandes desniveles → ⑥ + ⑯. En función del sistema de construcción adoptado y de la pendiente, también se realizan muros de gran altura con anclajes en el terreno → ⑮.



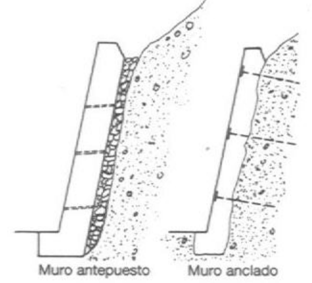
⑤ Afianz. de taludes en terrenos de piedras sueltas: compensación de abajo hacia arriba y contención inmediata a través de hormigón inyectado y armado con un mallazo de acero y anclajes aluviales



⑥ Muro de contención de malla espacial (muro tipo Krainer) de hormigón (sistema Ebensee)



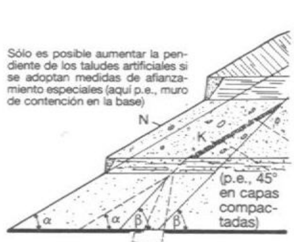
⑦ Los muros escalonados, tipo Krainer, proporcionan suficiente espacio para el nuevo trazado. El paisaje sigue siendo verde



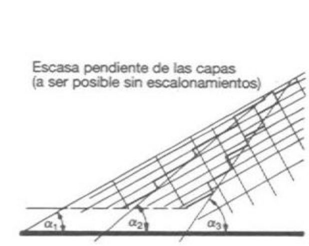
⑧ Diferentes maneras de revestir roca en forma de muros de contención (según L. Müller 1969)



⑨ Diseño de taludes (y afianzamiento) en capas de terreno de diferente cohesión



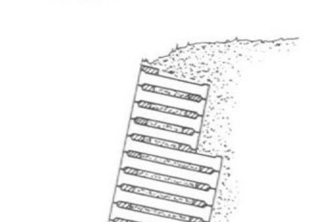
⑩ Diseño de taludes (y afianzamiento) en capas de terreno de diferente cohesión



⑪ Talud en terreno rocoso, condicionado por las características geológicas



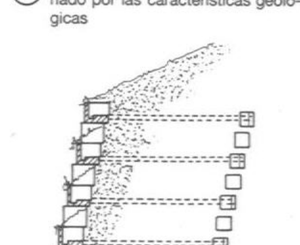
⑫ Talud en terreno rocoso, condicionado por las características geológicas



⑬ Muro tipo «Krainer»



⑭ Muro tipo «RGS 80»



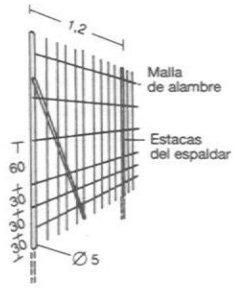
⑮ Muros con anclajes en el suelo



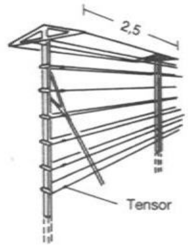
	Long. cm	Ancho cm	Alto cm	Peso kg/ud.
Larguero LE	250	30	10	168
Larguero extremo ELE	280	30	10	168
Larg. semi-extremo EHLE	155	30	10	108
Larg. semi-extremo HLE*	125	30	10	88
Travesaño B 130	90	15	25-32	118
Travesaño B 180	130	15	25-32	68
Elem. de separ. A	30	15	25-32	20
Elem. de separ. D	20	10	10	6

→ ⑥ + ⑬

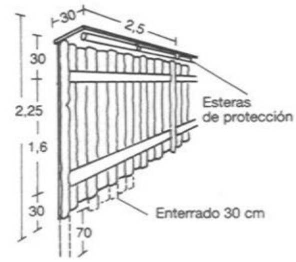
⑯ Muro «Krainer Ebenseer»



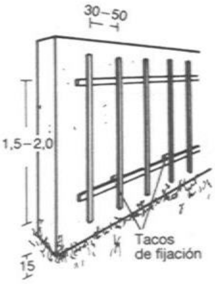
(1) Espaldar de tubos de hierro



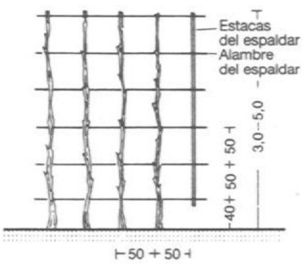
(2) Armadura para espaldares dobles



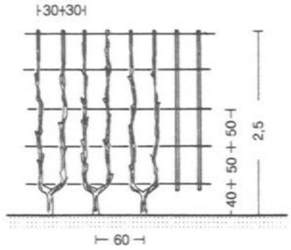
(3) Espaldar de madera



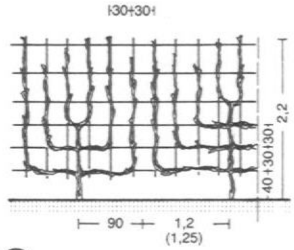
(4) Espaldar adosado a un muro



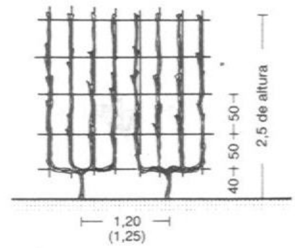
(5) Cordones verticales



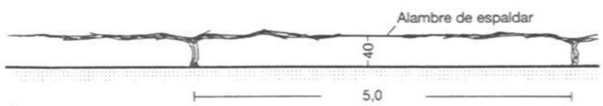
(6) Cordón en forma de U



(7) Palmeta de Verrier (6 y 8 ramas)

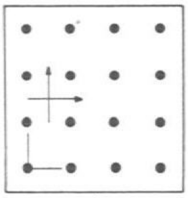


(8) Palmeta de Candelabros 2,5 de altura



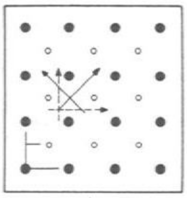
(9) Cordón de dos brazos horizontales

(10) – (18) Sistemas de plantación según → De Haas



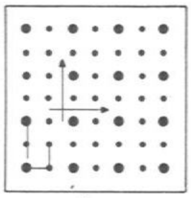
Separación	Árboles por 1/4 ha
4 × 4 m	156 unidades
6 × 6 m	69 unidades
10 × 10 m	25 unidades

(10) Plantación en cuadrados



Separación	Árboles por 1/4 ha Unidades	Ud. rell.
4 × 4 × (2) m	156	156
6 × 6 × (3) m	69	69
10 × 10 × (5) m	25	25

(11) Plantación en cuadrados con 1 ud. de relleno

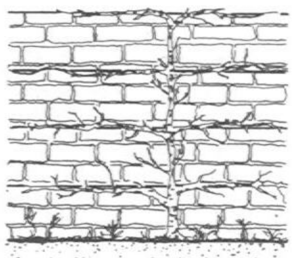


Separación	Árboles por 1/4 ha Uds.	1.er rell.	2.° rell.
6 × 3 × 3 m	69	69	103
8 × 4 × 4 m	39	39	58
10 × 5 × 5 m	25	25	37

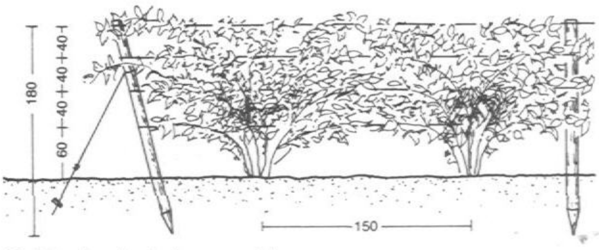
(12) Plantación en cuadrados con 2 uds. de relleno



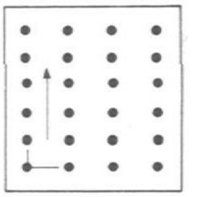
(19) Abanico: sólo deja que crezcan dos ramas a 45°, de cuyos brotes se formará el abanico a principios de la primavera



(20) Espaldar: la rama central de un espaldar se fija verticalmente y las ramas laterales se dirigen en ángulo recto a izquierda y derecha

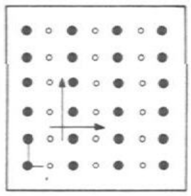


(21) Estructura de alambre para sujetar zarzamoras



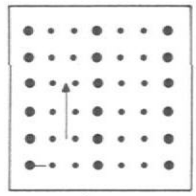
Separación	Árboles por 1/4 ha
2 × 4 m	312 unidades
6 × 6 m	69 unidades
4 × 10 m	42 unidades

(13) Plantación en rectángulos



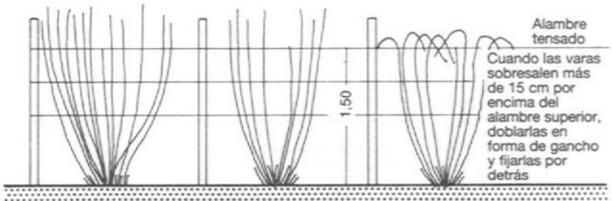
Separación	Árboles por 1/4 ha Unidades	Ud. rell.
3 × 5 × 2,5 m	167	167
4 × 6 × 3 m	104	104
6 × 10 × 5 m	42	42

(14) Plantación en rectángulos con 1 ud. de relleno



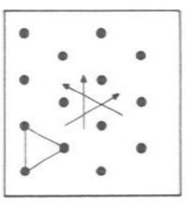
Separación	Árboles por 1/4 ha Uds.	1.er rell.	2.° rell.
3 × 3 m	46	46	184
4 × 4 m	26	26	104

(15) Plant. en rectángulos con 2 rellenos



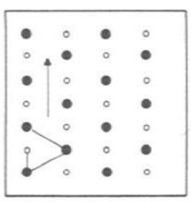
Recortar las plantas después de la recolecta, dejando sólo de 5 a 8 varas

(22) Frambuesas



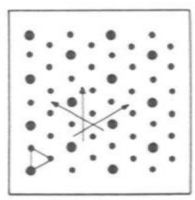
Separación	Árboles por 1/4 ha
3 × 3 × 3 m	320 unidades
4 × 4 × 4 m	178 unidades
6 × 6 × 6 m	80 unidades

(16) Plantación triangular (lados iguales)



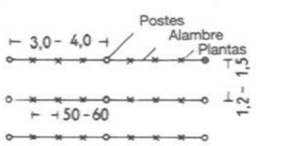
Separación	Árboles por 1/4 ha Unidades	Ud. rell.
1,5 × 3 × 3 m	320	320
2 × 4 × 4 m	178	178
3 × 6 × 6 m	80	80

(17) Plantación triangular con 1 ud. de relleno

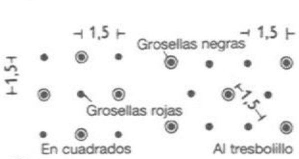


Separación	Árboles por 1/4 ha Uds.	1.er rell.	2.° rell.
3 × 3 × 3 m	80	80	160
4 × 4 × 4 m	44	44	88

(18) Plantación triangular con 2 rellenos

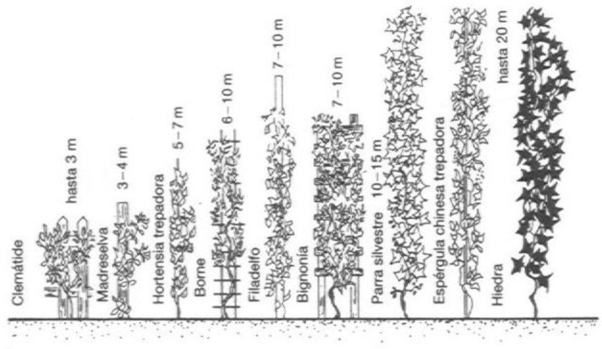


(23) Medidas para la plantación de frambuesas



(24) Grosellas negras y rojas

→ 📖



(1) Plantas trepadoras y altura de crecimiento

Al planear la plantación de plantas trepadoras, no sólo se han de tener en cuenta las características del suelo → (1), sino también la altura de crecimiento. Es necesario colocar medios auxiliares para cubrir con plantas el muro de un edificio → (2)–(3).

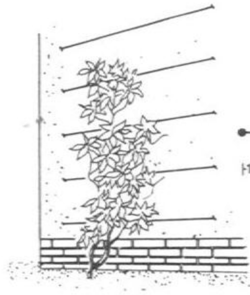
Cada planta necesita una varilla para trepar → (3). Cuando se plantan dos hileras de plantas se emplea el método de la tienda de campaña → (7).

Para plantar en tinas y cubas es preferible emplear el método Wigwam → (6). Estructura auxiliar para guisantes: ramas secas que se cortan al segar las plantas → (8), tela metálica atirantada → (4), o un enrejado doble de alambre trenzado → (9). Enrejados de tela metálica protegen los planteles de los pájaros → (10)–(11).

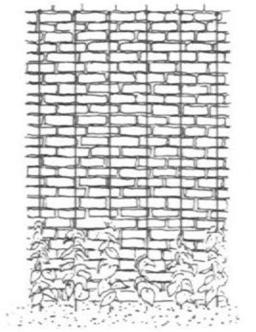
Plantas trepadoras y enredaderas → (12).

Plantas anuales:

Ampelídea:	Altura 4–6 m	Crecim.: rápido	Hojas: verde intenso
Zapayo:	Altura 2–5 m	Crecim.: rápido	Hojas: verde intenso
Lúpulo japonés:	Altura 3–4 m	Crecim.: rápido	Hojas: verde intenso
Campanilla común:	Altura 3–4 m	Crec.: rápido	Hojas: verde intenso
Arveja:	Altura 1–2 m	Crecim.: rápido	Hojas: verde intenso
Haba Española:	Altura 2–4 m	Crecim.: rápido	Hojas: verde intenso
Capuchina:	Altura 2–3 m	Crecim.: rápido	Hojas: verde intenso



(2) Ayuda horizontal para trepar



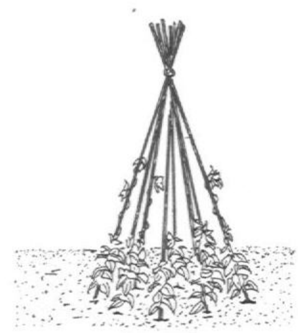
(3) Plantas que trepan por una pared



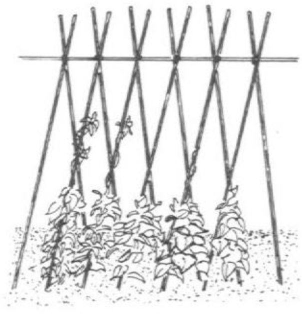
(4) Tela metálica hexagonal



(5) Espaldar de tablas de madera



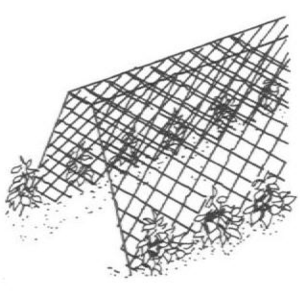
(6) Método «Wigwam» para 8 a 11 plantas



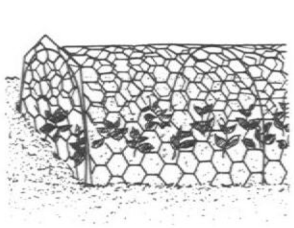
(7) Método de la tienda de campaña



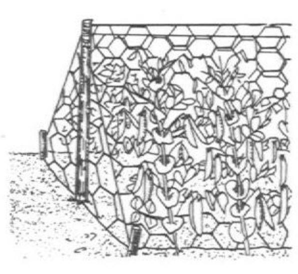
(8) Ramas secas formando una retícula de 70 × 60 cm; como máximo 50 × 100 cm.



(9) Enrejado doble de alambre trenzado



(10) Enrejado de protección contra los pájaros



(11) Enrejado a base de tela metálica para planteles de guisantes

Clases multianuales	Altura	Crecimiento	Ayuda para trepar	Hojas	Conducción de riego	Floración/mes	Posición
Hedera helix	hasta 25 m	lento		invierno	–	9–10 verdoso	○–●
Polygonum aubertii	hasta 15 m	rápido	(×) necesaria	verano	+	7– 9 blanco	○–●
P. tricuspidata «Veitchii»	hasta 15 m	rápido		verano	(+)	5– 6 verdoso	○ ◑
Clematis montana	hasta 8 m	rápido	×	verano	+	5– 6 blanco	○ ◑
Wisteria sinensis	hasta 10 m	medio	×	verano	(+)	5– 6 azul	○ ◑
Clematis vitalba	hasta 10 m	rápido	×	verano	+	7– 9 blanco	○ ◑
Hydrangea petiolaris	de 5 a 8 m	medio	(×) preferible	verano	–	6– 7 blanco	◑
Aristolochia macrophylla	hasta 10 m	medio	×	verano	(+)	5– 6 marrón	◑ ●
Campsis radicans	hasta 8 m	lento	(×) preferible	verano	+	7– 8 naranja	○
Vitis coignetiae	hasta 10 m	medio	×	verano	(+)	5– 6 verdoso	○ ◑
Vitis vinifera	hasta 10 m	medio	×	verano	+	5– 6 verdoso	○ ◑
Lonicera heckrottii	de 3 a 4 m	medio	×	verano	(+)	6– 9 amarillo-rojizo	◑
Humulus lupulus	de 4 a 6 m	rápido	×	verano	–	5– 6 verdoso	◑
Lonicera caprifolium	hasta 5 m	medio	×	verano	+	5– 6 amarillo-rojizo	◑
Rosas trepadoras	hasta 5 m	medio	×	verano	–	6– 8 varios	○ ◑
Euonymus fortunei	de 2 a 4 m	lento	(×) preferible	invierno	(+)	6– 8 verdoso	◑ ●
Clematis-Hybriden	de 2 a 4 m	medio	×	verano	+	6– 9 varios	○ ◑
Jasminum nudiflorum	hasta 3 m	lento	×	invierno	+	1– 4 amarillo	○ ◑

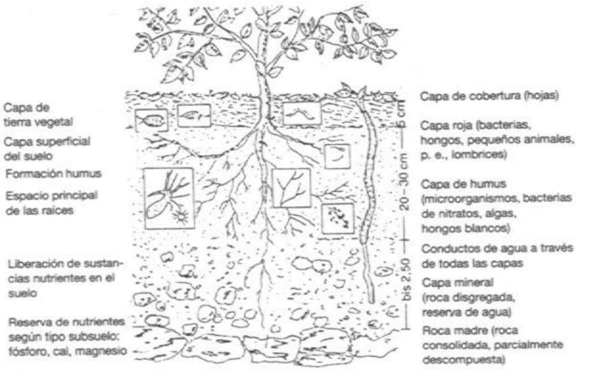
(12) Algunas plantas trepadoras y enredaderas → (1)

○ = Soleada ◑ = Sol y sombra, p. e., pared a norte ● = Sombra

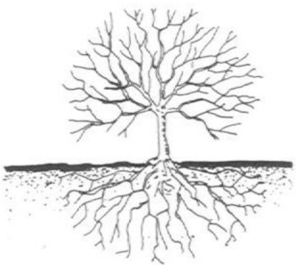
ÁRBOLES Y SETOS → 📖

Todo estrato del suelo tiene vida propia. Cada capa tiene sus propios habitantes → ①. Las raíces pueden introducirse hasta en los estratos rocosos.
Formas de los árboles → ③, la pirámide es la forma del «árbol de Navidad», en cambio en los árboles caliciformes las ramas laterales son más cortas y no se rompen tan fácilmente bajo el peso de la fruta o la nieve. Árboles caliciformes con centro abierto: las ramas crecen hacia fuera para que la luz llegue al centro del árbol.

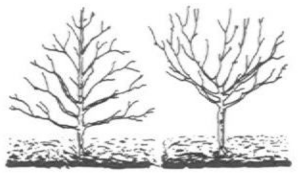
La mejor época para plantar frutales es a finales de otoño; en zonas con heladas tempranas, en octubre, y en los lugares de clima templado, en noviembre. El lugar de injerto, claramente reconocible en forma de protuberancia en el extremo del tronco, ha de quedar necesariamente por encima del suelo → ⑦. Los frutales se han de plantar siempre un poco más altos de como estaban en el vivero. El puntal ha de estar a un palmo del tronco → ⑦ y en su cara sur para que quede protegido del sol más fuerte. Al plantar setos en un linde se ha de respetar la separación a la propiedad del vecino. En setos de hasta 1,2 m de altura: 0,25 m; hasta 2 m de altura: 0,50 m; más de 2 m de altura: 0,75 m → ⑧–⑪. El deseo de intimidad en el propio jardín y protección del viento, ruido y polvo hace que los setos sean imprescindibles → ⑧–⑪. Los setos protegen del viento, disminuyen la acción del rocío, y de las lluvias, almacenan calor y dificultan la formación de remolinos de tierra superficial. Los setos con foso → ⑩ producen sombras de viento, de hasta 200 m en las zonas costeras.



① Cada capa de humus tiene su propia vida. Los estratos tienen sus habitantes



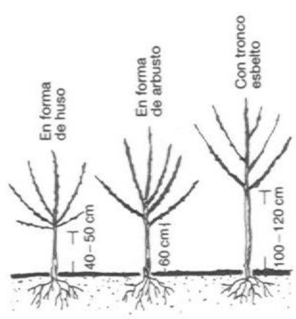
② La copa del árbol y la red de raíces pueden considerarse como imágenes especulares



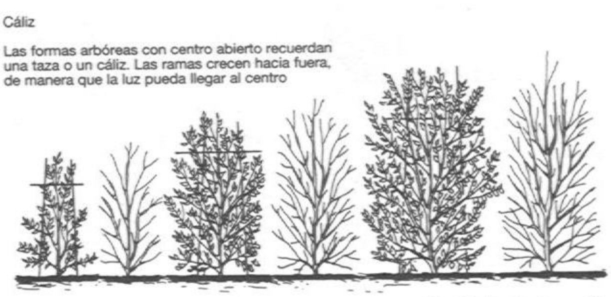
③ Forma de los árboles
La pirámide es la forma del «árbol de Navidad». Como forma básica se prefiere cada vez más el cáliz, ya que las ramas laterales son más cortas y no se rompen con tanta facilidad bajo el peso de la fruta y la nieve



④ En los árboles jóvenes se ha de dejar el tronco con dos o tres ramas para mantener la forma deseada



⑤ Formas de árboles para el jardín doméstico

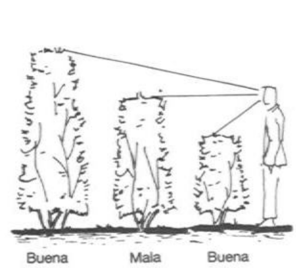


⑧ Sección de un seto 1, 3 y 5 años después de su plantación. A la izquierda sección en verano, a la derecha en invierno

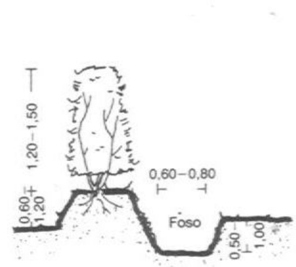


⑥ Al plantar una conífera se ha de extraer la tela de protección de las raíces

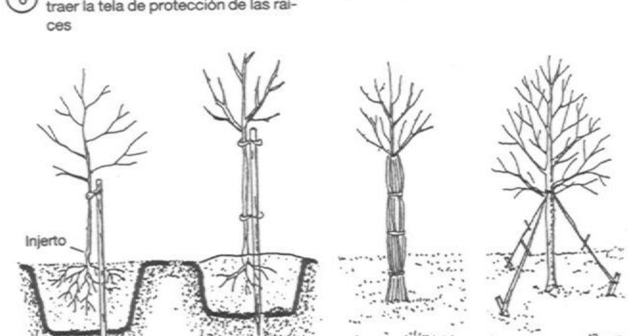
El puntal se hinca con inclinación



⑨ Altura de los setos



⑩ Setos con foso en el norte de Alemania



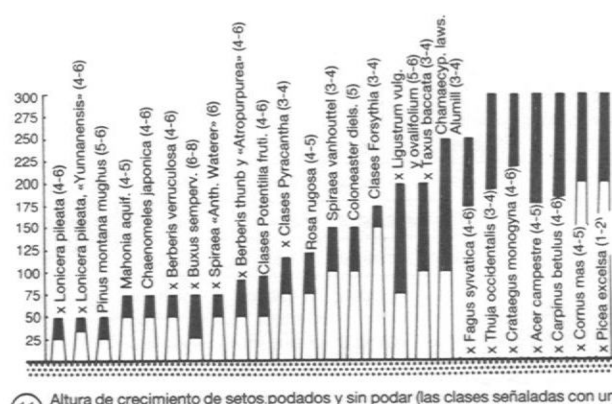
El injerto ha de quedar por encima del suelo

Plantación correcta de un árbol de fronda

Los troncos se protegen con cañizo de los rayos solares

Los troncos altos se aseguran con alambres tensados

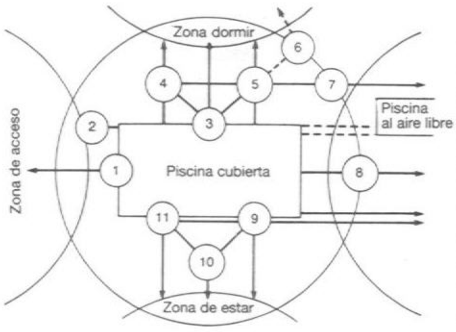
⑦ Árboles para jardines



⑪ Altura de crecimiento de setos podados y sin podar (las clases señaladas con una x admiten especialmente bien la poda) (entre paréntesis n.° de plantas necesarias por metro lineal)

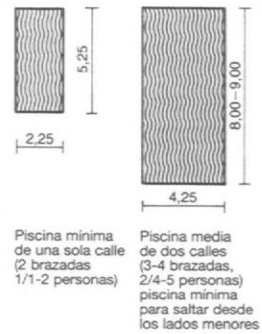
PISCINAS EN JARDINES

→ 🕮

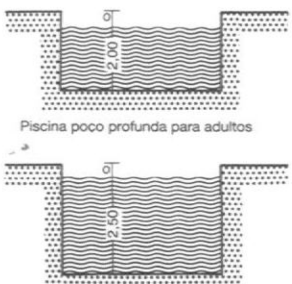


1. Vestuario
2. WC
3. Ducha
4. Cuarto de maquinaria
5. Antesala de la sauna
6. Sauna
7. Espacio al aire libre sauna
8. Pileta para los pies
9. Sala de estar
10. Cocina auxiliar
11. Bar

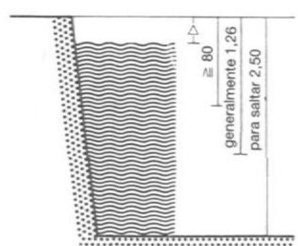
(1) Diagrama de situación de una piscina en viviendas unifamiliares. La sala de estar también puede formar parte del pabellón de la piscina



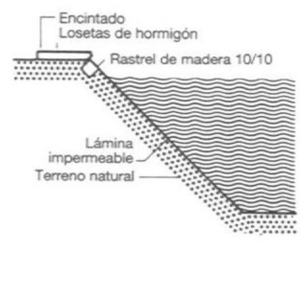
(2) Tamaño de las piscinas



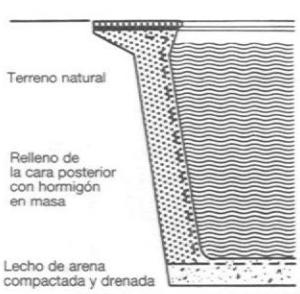
(3) Profundidad normal de las piscinas privadas



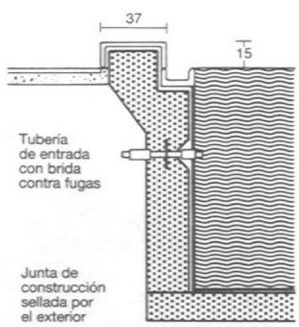
(4) Profundidad de las piscinas



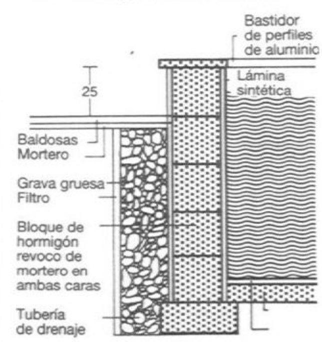
(5) Piscina en talud con lámina impermeable y perímetro de madera



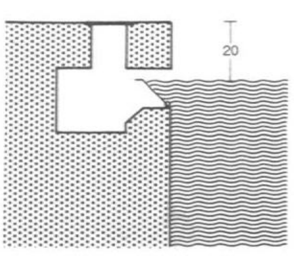
(6) Piscina prefabricada de poliéster, monocapa



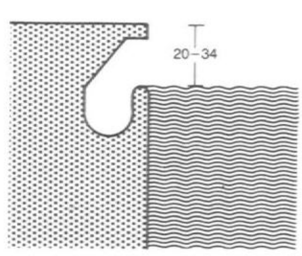
(7) Piscina de hormigón armado, de ejecución sencilla, con canalón tipo «Wiesbaden»



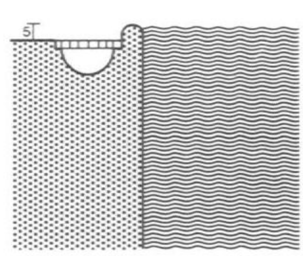
(8) Piscina de obra de fábrica con drenaje



(9) «Skimmer» (espumadera)



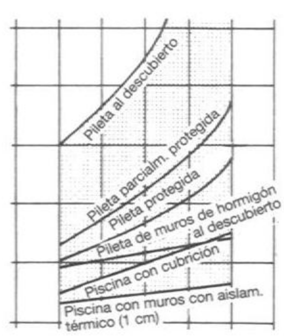
(10) Canalón tipo «Wiesbaden». Piscina con canalón de rebosadero



(11) Canalón tipo «Zurich» en el perímetro de la piscina

Agua	Temporada de baños			Meses adicionales	
ϑw	4 meses	5 meses	6 meses	5.° mes	6.° mes
22°C	1,25/6,5	1,33/7,2	1,55/7,8	1,65/7,2	2,65/7,8
23°C	1,50/7,2	1,70/7,9	2,00/8,5	2,50/7,9	3,50/8,5
24°C	2,08/7,9	2,26/8,6	2,66/9,2	2,98/8,6	4,66/9,2
25°C	2,60/8,5	2,80/9,3	3,20/9,8	3,60/9,5	5,25/9,8
26°C	3,50/9,2	3,75/10,0	4,00/10,5	4,75/10,0	5,25/10,5

(12) Pérdida de calor en una piscina al aire libre (media de los valores máximos) en kWh/m²d según mediciones del RWE; no se han tenido en cuenta las perturbaciones especiales, por ejemplo, las pérdidas de calor considerablemente mayores en las piscinas públicas (hoteles, etc.) debidas al empleo del agua calentada de la piscina para el lavado de recirculación en el filtro (hasta 1,5 kWh/m²d, por ejemplo, 1300 kcal/m²d). × = interpolación



(13) Pérdida de calor en la superficie de la piscina durante una temporada de baños de 5 meses (valores medios)

Situación:
Resguardada del viento → (1), cerca de los dormitorios (utilización en días frescos), visible desde la cocina (vigilancia de los niños) y la sala de estar (efecto de bastidores), es decir, en el campo visual. Sin árboles frondosos o arbustos junto a la piscina (caída de hojas); prever un perímetro de protección frente a la caída de hierba, etc.; eventualmente se puede elevar el perímetro de la piscina (cuestión de diseño).

Tamaño:
Anchura de una calle: 2,25 m, longitud de una brazada: aprox. 1,50 m, a la que se ha de añadir la longitud del cuerpo: 4 brazadas = 8 m de longitud; profundidad del agua: mandíbula de la señora de la casa, ¡no de los niños!
La diferencia entre la profundidad de la piscina y la profundidad de agua → (4) depende del tipo de aspiración → (9)–(11).

Forma:
A ser posible sencilla, debido a los costes y las corrientes de agua (véase más abajo), rectangular, en cualquier caso con escalera de entrada y salida.

Sistemas constructivos:
Generalmente: pileta laminar (lámina = superficie impermeabilizante) sobre una estructura portante de obra de fábrica → (8), hormigón, acero (también encima del suelo) o en una fosa → (5). Piscinas de poliéster, sólo se fabrica excepcionalmente *in situ*, generalmente se construye a partir de piezas prefabricadas y no suelen ser autoportantes: es necesario un relleno de hormigón en masa → (6).
Pileta impermeable de hormigón → (7) (hormigón in situ a dos caras, hormigón proyectado a una cara, piezas prefabricadas de hormigón); superficie generalmente de material cerámico o mosaico vitrificado, más raramente imprimación (cloro-caucho o cemento de color).

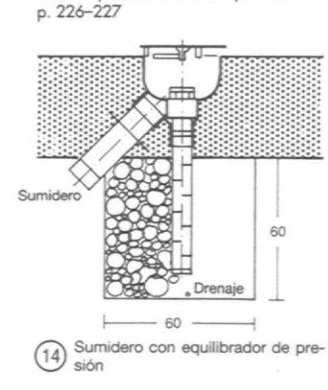
Cuidado del agua: en la actualidad generalmente mediante instalaciones de recirculación de agua; es esencial un flujo plano del agua con una buena limpieza de la capa superficial mediante un «Skimmer» → (10) o, mejor aún, a través de un canalón perimetral → (11), (12).
Tipos de filtros: grava (filtro de fondos, en parte con inyección de aire de lavado), polvo de diatomeas (filtro de superficie), espuma sintética, eliminación de las algas mediante productos químicos (cloro, antialgas sin cloro y sulfato de cobre).

Calefacción:
Mediante aparatos de contracorriente o calderas con acumulador; ¡prever un sistema de regulación! prolonga considerablemente la temporada de baños a un coste relativamente reducido → (12)–(13).

Protección de los niños:
A ser posible cubriendo la piscina o colocando una alarma automática que se dispare al formarse pequeñas olas de agua, sin tener que interponer una valla.

Protección frente a las heladas:
En las piscinas con agua estancada mediante vigas perimetrales, sistema de calefacción o un rebosadero protegido frente a las heladas; ¡no vaciar la piscina en invierno! (borde biselado).

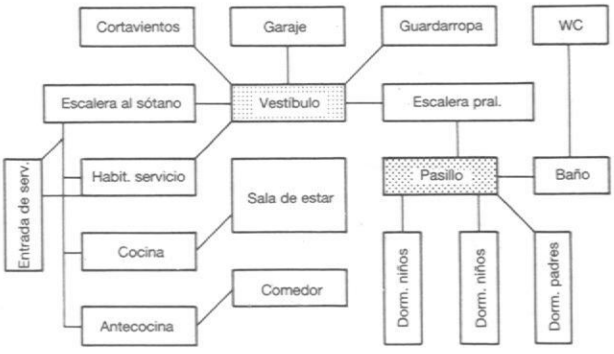
Accesorios, equipo:
Véase «piscinas cubiertas privadas» → p. 226–227



(14) Sumidero con equilibrador de presión

VESTÍBULOS, CORTAVIENTOS, ENTRADA

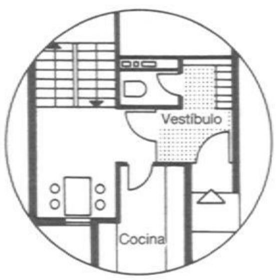
En los países de clima frío es imprescindible el cortavientos. La entrada al vestíbulo, a ser posible, se situará a resguardo de la dirección del viento dominante, aunque de manera que sea inmediatamente visible desde la calle o el jardín. Desde el vestíbulo se ha de poder acceder directamente a las salas más importantes y de mayor circulación y, en especial, a la escalera principal → ②–④.
Es conveniente conectar directamente la cocina, la escalera y el WC → ⑧.



① Relaciones entre los diferentes espacios de una vivienda



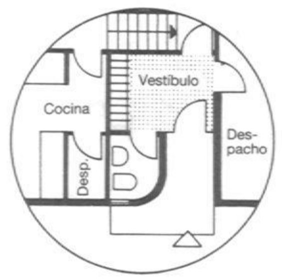
② Entrada central



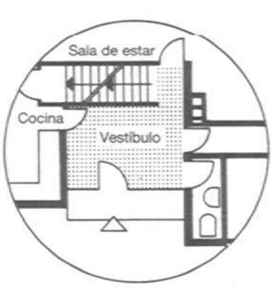
③ Entrada lateral



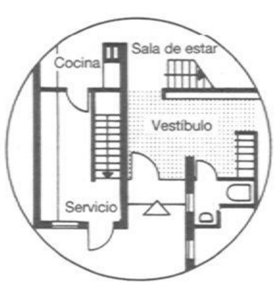
④ Entrada junto a la escalera al sótano



⑤ Vestíbulo junto al despacho



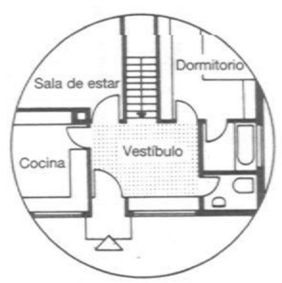
⑥ Vestíbulo junto a la escalera al sótano



⑦ Vestíbulo junto a la sala de estar



⑧ Vestíbulo con cortavientos

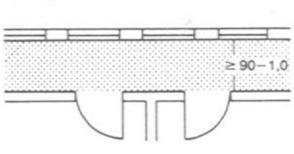


⑨ Vestíbulo conectado con cocina, WC, escalera al sótano y dormitorios

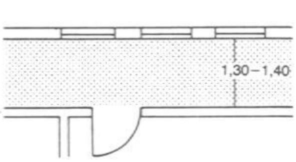
PASILLOS

La anchura de los pasillos depende de su situación, de que tenga puertas a ambos lados o sólo a uno, de que estas se abran hacia las habitaciones → A o hacia el pasillo → B, y del número de usuarios. Se calcula 1 m de anchura libre (sin salientes) para 60–70 personas (→ teatros, escuelas, escaleras, etc.). Anchura deseable de los pasillos → ⑬–⑲. Todas las puertas deberían abrir hacia el interior de las habitaciones → p. 208.

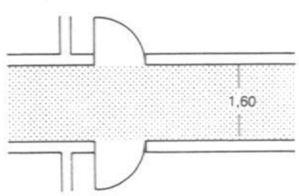
A) Las puertas abren hacia las habitaciones



⑩ Pasillo con puertas a un solo lado y circulación reducida, basta con una anchura ≧ 0,9 m, mejor 1,0 m; distancia entre ejes de paredes 1,25 m

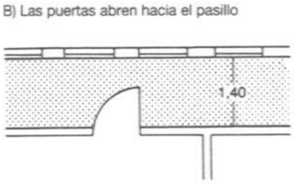


⑪ Pasillo con puertas a un solo lado, en el que puedan cruzarse dos personas sin molestarse, anchura 1,30–1,40 m

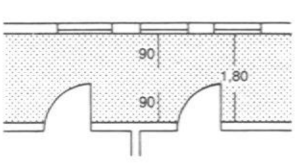


⑫ Pasillo con puertas a ambos lados y circulación intensa, anchura: 1,60 m para dos personas, ≧ 2,0 m para 3 personas

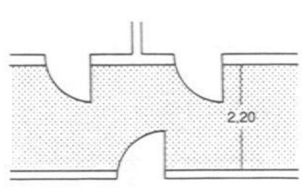
B) Las puertas abren hacia el pasillo



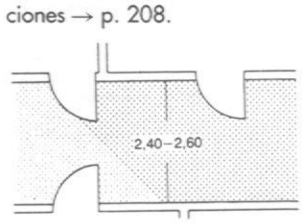
⑬ Pasillo con puertas a un solo lado y circulación reducida
anchura = anchura puerta + 50 cm



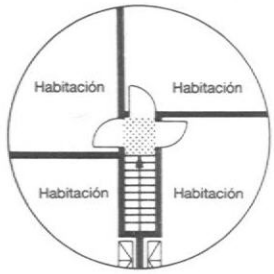
⑭ Pasillo con puertas a un solo lado y circulación intensa



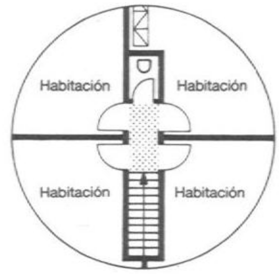
⑮ Pasillo con puertas, no enfrentadas, a ambos lados y circulación intensa



⑯ Pasillo con puertas enfrentadas a ambos lados



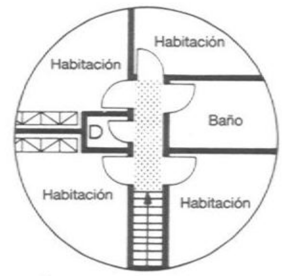
① 1 m^2 de pasillo = 3 habitaciones grandes al final de una escalera que no continúa



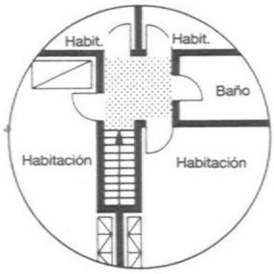
② 2 m^2 de pasillo = 4 habitaciones grandes y WC, el mejor aprovechamiento del pasillo con una forma agradable



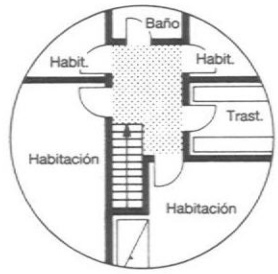
③ 3 m^2 de pasillo → ④, además 1 trastero, sin embargo, sin WC. Gracias a una escalera abierta, el espacio es tan espacioso como 4 m^2



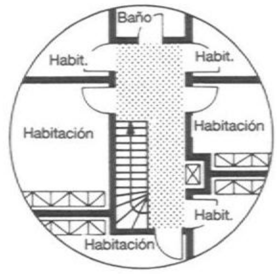
④ 3 m^2 de pasillo = 4 habitaciones grandes y una habitación pequeña, baño, vestidor y WC



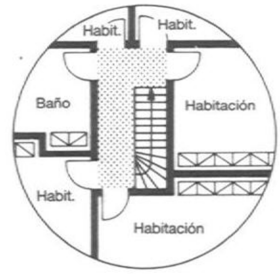
⑤ 4 m^2 de pasillo, en comparación a → ③ y → ④ no tiene mayor accesibilidad, pero el espacio es más amplio



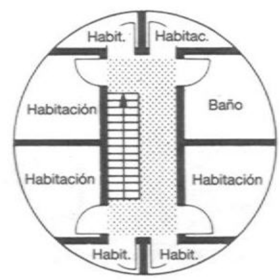
⑥ 5 m^2 de pasillo = 4 habitaciones grandes y 2 pequeñas (baño, trastero)



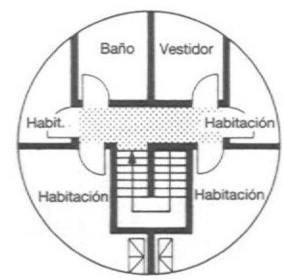
⑦ 7 m^2 de pasillo, sólo 5 habitaciones grandes y 2 pequeñas (baño, trastero)



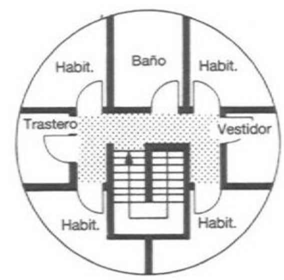
⑧ 5 m^2 de pasillo = 5 habitaciones grandes y 1 baño



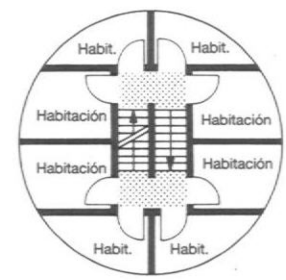
⑨ 7 m^2 de pasillo = 8 habitaciones con escalera



⑩ 4 m^2 de pasillo = 4 habitaciones, 1 baño y vestidor



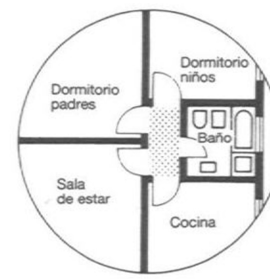
⑪ 6 m^2 de pasillo = 4 habitaciones, baño, vestidor y trastero



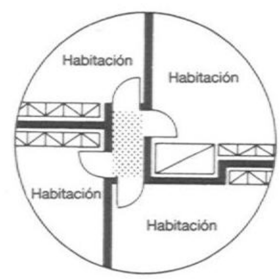
⑫ 4 m^2 de pasillo = 4 habitaciones grandes y 4 pequeñas, plantas desplazadas medio piso (solución ventajosa, los rellanos de la escalera se aprovechan como distribuidor)



⑬ 1 m^2 de pasillo = 4 habitaciones, como lugar de conexión entre los dormitorios, el baño y la sala de estar



⑭ 2 m^2 de pasillo = 3 habitaciones, por lo demás como → ⑬



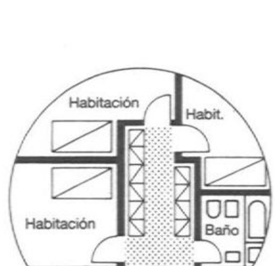
⑮ 2 m^2 de pasillo = 4 habitaciones con armarios empotrados



⑯ 3 m^2 de pasillo = 6 habitaciones, se puede acceder a la cocina, al baño, a 3 dormitorios y a la sala de estar



⑰ 4 m^2 de pasillo = 5 habitaciones con armarios empotrados



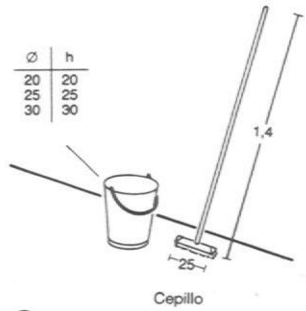
⑱ 5,2 m^2 de pasillo = 6 habitaciones, en parte con armarios empotrados

Los ejemplos → ①-⑱ muestran la accesibilidad máxima de los pasillos, según su forma y dimensiones, a habitaciones de más de 2 m de anchura. (Las habitaciones de menos de 2 m de anchura se consideran como roperos o trasteros). ④, ⑧, ⑫ y ⑯ muestran la forma más racional en cada caso. La anchura de 1 m adoptada en estos ejemplos es suficiente como anchura mínima, ya que basta para que puedan cruzarse dos miembros de la familia sin molestarse. Sin embargo, esta anchura no permite colocar armarios, que han de empotrarse → ⑱. Al situar las puertas, se ha de pensar en la colocación de las camas y armarios empotrados en el interior de las habitaciones. A menudo, aumentando la superficie del pasillo a costa del tamaño de las habitaciones, se consigue aprovechar mejor el espacio gracias a una mejor colocación de las camas y armarios → ⑰-⑱.

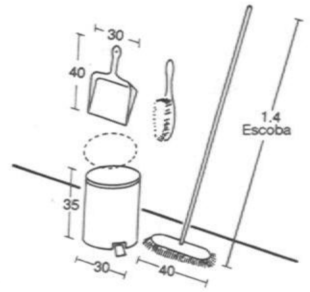
CUARTOS DE SERVICIO

→ p. 211

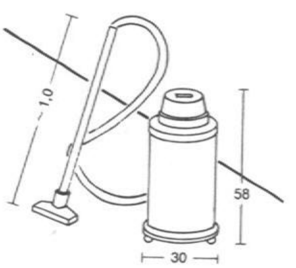
Para el mantenimiento y limpieza se necesitan:
Armarios para pequeños utensilios, productos de limpieza, productos para lavar, cubo y aspirador, herramientas y escalera → ①-⑥, anchura de los armarios ≧ 60 cm.
En el diseño se ha de tener en cuenta el alcance cómodo con la mano → ⑦-⑧.
Instalaciones de vertido de basuras → ⑪-⑫-⑬, los conductos para basuras domésticas, papel o ropa han de ser de acero inoxidable o plancha de acero galvanizada.
Dimensiones → ⑪; conducto vertical → ⑬; compuertas de vertido: 30–35 % de la sección del conducto de vertido. Existen instalaciones de vertido con puertas de abertura eléctrica y dispositivos de seguridad. Sólo se puede emplear un tipo de vertido en cada conducto → ⑫. En las viviendas unifamiliares, así como en hoteles, hospitales, residencias, etc. son de gran utilidad los conductos para echar la ropa sucia → ⑪.
La basura doméstica también se puede almacenar y transportar en contenedores de 1,1 m^3 de capacidad con ruedas → ⑬. Cuidar las condiciones de almacenamiento y los recorridos de transporte; espacio necesario para los cubos de basura → ⑨. Los cubos de basura → ⑭ serán de plancha de acero galvanizado o polietileno. Contenido 50, 110 l, DIN 6623, 6629. Grandes cubos de basura con ruedas → ⑮ de 120 y 240 litros de capacidad.
Contenedores de vaciado de cubos de basura → ⑮ de plancha de acero o polietileno, capacidad 0,77 m^3 y 110 m^3 (1100 l) con tapa corredera y desagüe.



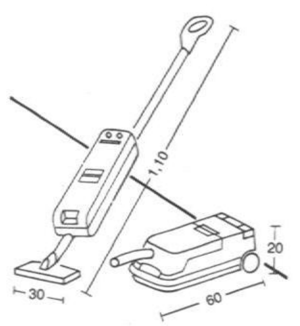
① Cubo



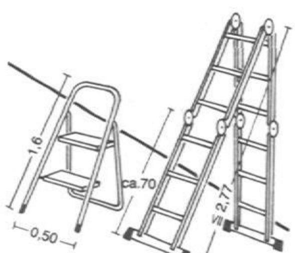
② Cubo de basura



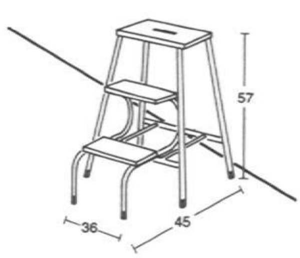
③ Aspirador universal



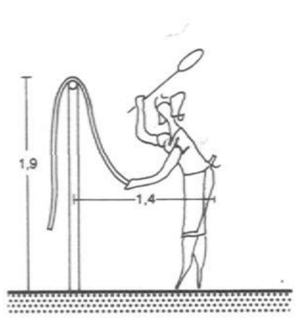
④ Aspirador de polvo



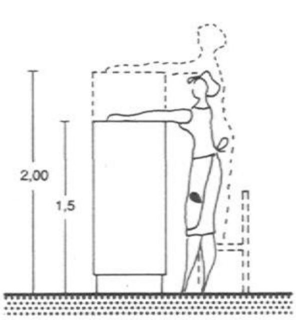
⑤ Escaleras plegables → tabla ⑩



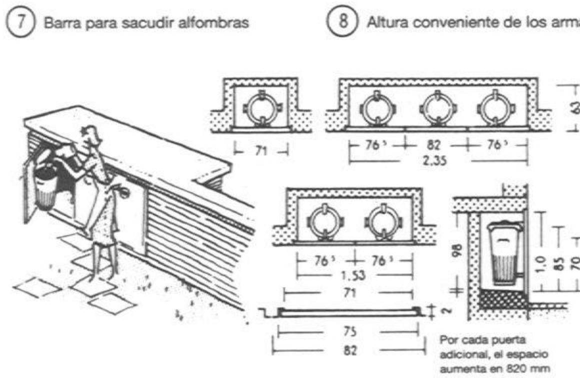
⑥ Taburete con peldaños



⑦ Barra para sacudir alfombras



⑧ Altura conveniente de los armarios



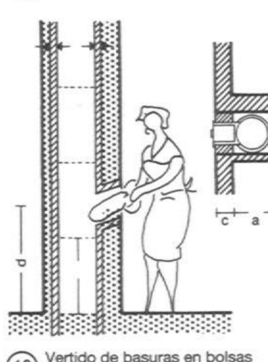
⑨ Espacio necesario para los cubos de basura

Peldaños	Altura habitaciones mm	Longitud de la escalera mm	Peldaños	Altura habitaciones mm	Longitud de la escalera mm
3	2400	1350	12	3630	1710
4	2600	1580	16	4750	2250
hasta 8	3500	2540	20	5870	2770

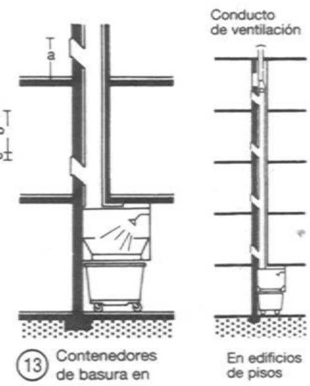
⑩ Escaleras → ⑤

Tipo de instalación	Conducto Ø cm		Medidas mínimas cm				
	Vertido	Ventilación	a	b	c	d	e
Basura doméstica	40+45	25	55	55	24	95	Resistente al fuego
Basura en bolsas de 110 l	50	30	60	60	24	130	
Papel (basura de despacho)	55	30	65	65	24	110	
Ropa (viv. unifamiliar)	30	15	35	35	11,5	110	
Ropa (grandes edificios	40	25	45	45	11,5	110	
como residencias, hoteles,	45	25	50	50	11,5	110	
hospitales)	50	30	55	55	11,5	110	

⑪ Instalaciones de vertido de basuras → ⑫-⑬



⑫ Vertido de basuras en bolsas → ⑪



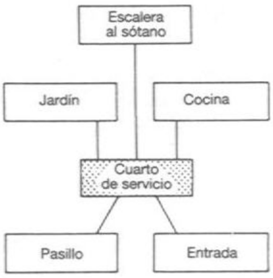
⑬ Contenedores de basura en el sótano



⑭ Cubos de basura



⑮ Contenedor de basuras, cubo de basuras con ruedas



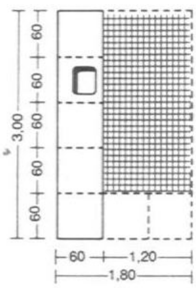
(1) Esquema de las relaciones con el cuarto de servicio

Equipo doméstico	Anchura en cm	Preferible
Lavadora y secadora en columna	60	60
Lavadero con calentador de agua	60	60
Contenedor de ropa sucia	50	60
Superficie de trabajo para colocar la ropa	60	1,20
Planchadora	aprox. 100	1,00
Espacio de armario para pequeños utensilios	50	60
En total	aprox. 380	4,60

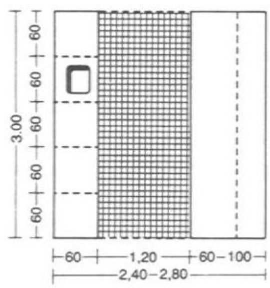
(2) Espacio necesario para los utensilios del hogar

CUARTOS DE SERVICIO

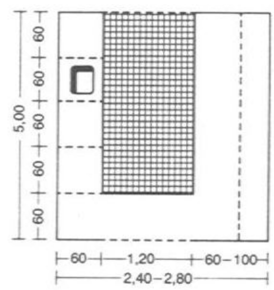
Situados preferiblemente a norte → (7)–(10).
Utilización como espacio para almacenar utensilios de limpieza, cuarto para coser, planchar y lavar: superficie mínima necesaria: 3,80 m de longitud, preferiblemente 4,60 m → (2).
Cuarto de servicio junto a la entrada de servicio con amplia superficie de trabajo → (7), preferiblemente inmediatamente al lado de la cocina → (8) o accesible desde la cocina → (9)–(10).
Al diseñar los cuartos de servicio, se ha de prestar atención a la comodidad de trabajo. Una tabla de plancha en la que se trabaja de pie → (11)–(14) necesita una altura diferente a aquella en la que se trabaja sentado → (12)–(13).



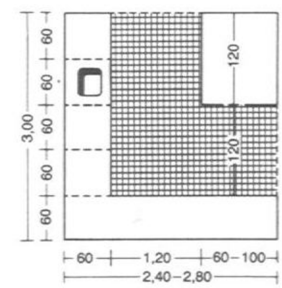
(3) Cuarto de servicio con mesa a un solo lado (en forma de L)



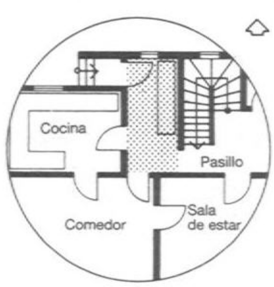
(4) Cuarto de servicio con mesa a ambos lados



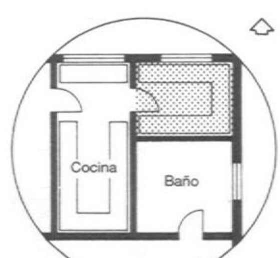
(5) En forma de U



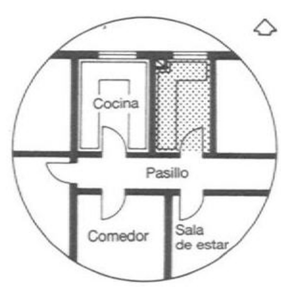
(6) En forma de L



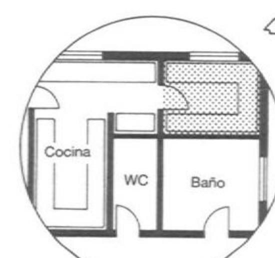
(7) Cuarto de servicio junto a la entrada de servicio



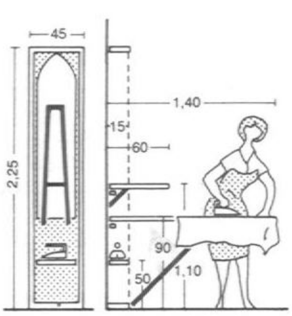
(8) Accesible desde la cocina



(9) Junto a la cocina, accesible desde el pasillo



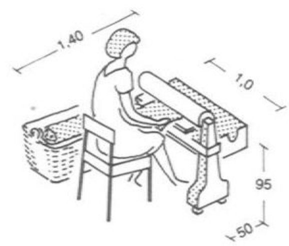
(10) Junto a la cocina y el baño



(11) Tabla de plancha en la pared, abatible o en un armario



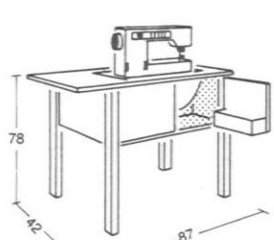
(12) Espacio necesario para planchar sentado



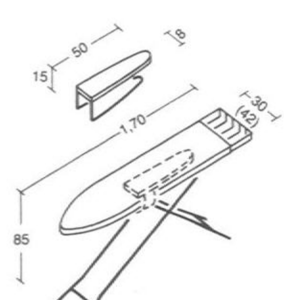
(13) En una plancha eléctrica



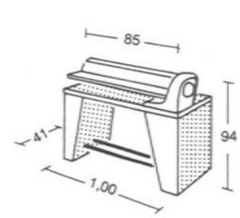
(14) Combinación de armario y tabla de plancha plegable



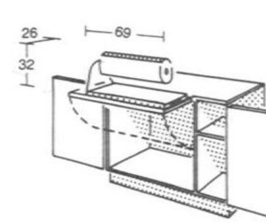
(15) Máquina de coser



(16) Tabla de plancha y suplemento para mangas



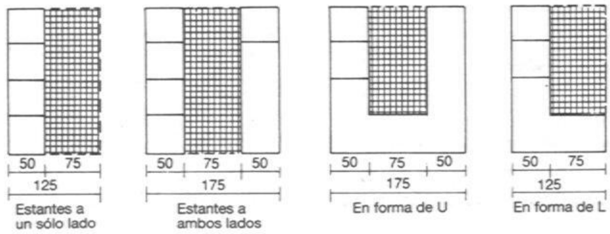
(17) Plancha eléctrica



(18) Plancha eléctrica con armario

Espacios de servicio en viviendas

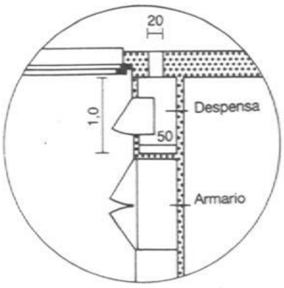
ALMACÉN, DESPENSA



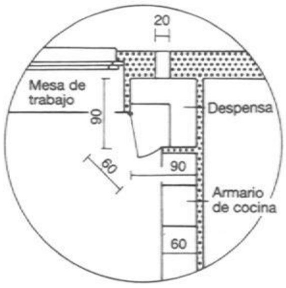
(1) Despensas

Al diseñar una vivienda se ha de prestar atención a los espacios necesarios para la vida diaria, como despensas, almacenes, cámaras frigoríficas. Lo más práctico es situar la despensa junto a la cocina → (2)–(8); debería ser fresca, fácilmente ventilable y estar protegida de la entrada de rayos solares. Prever la conexión de nevera y congelador.

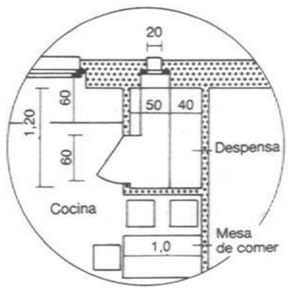
Colocar estantes preferiblemente hasta el techo. Para grandes viviendas se suministran cámaras frigoríficas por módulos y compartimentos independientes para nevera y congelador → (9).



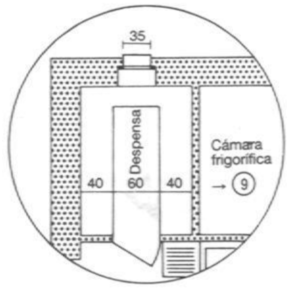
(2) Despensa a continuación de un armario



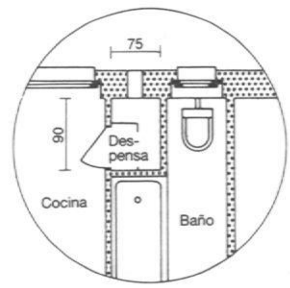
(3) Despensa en esquina



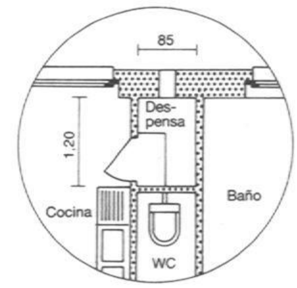
(4) Despensa junto a la mesa de comer



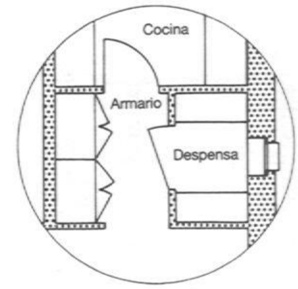
(5) Despensa amplia



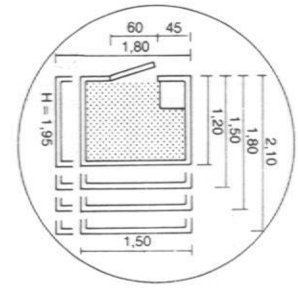
(6) Despensa en hueco a continuación de la bañera



(7) Igual que el ejemplo anterior, a continuación del WC

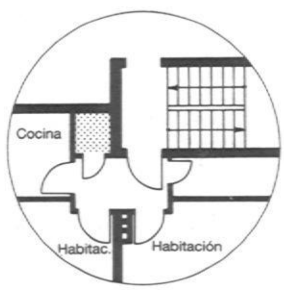


(8) Despensa delante de la cocina

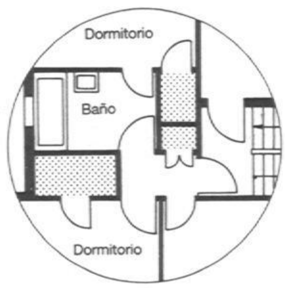


(9) Cámaras frigoríficas – dimensiones Superficie útil 1,23–3,06 m²

TRASTEROS

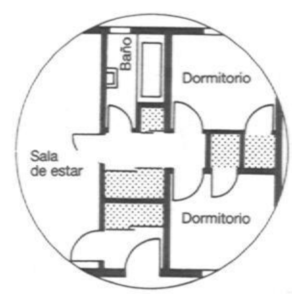


(10) Trastero en el pasillo interior

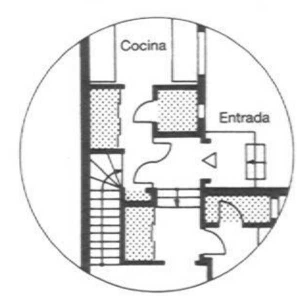


(11) Trastero en el pasillo interior, junto a los dormitorios

Además de los sótanos, en el interior de una vivienda ha de existir un espacio de trastero de ≧ 1 m² con una anchura libre de 75 cm. En grandes viviendas destinar, si es posible, un 2 % de la superficie en planta a trastero. Para guardar utensilios de limpieza, herramientas, tabla de plancha → p. 210, cestos para comprar, maletas, cestos de ropa, escalera, adornos de Navidad. Para aprovechar el espacio, las puertas han de abrir hacia fuera. Iluminación interior mediante un interruptor de contacto junto a la puerta. Prever una buena ventilación y armarios empotrados cerca de la cocina → (13).



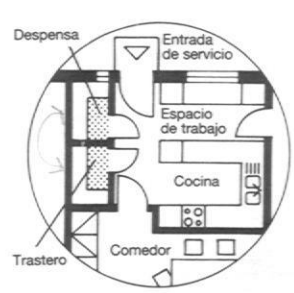
(12) Trastero y espacio para armarios



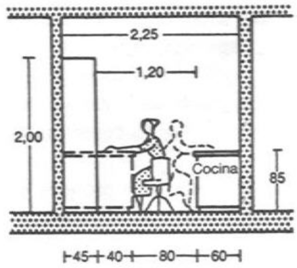
(13) Trastero en el ámbito de la entrada



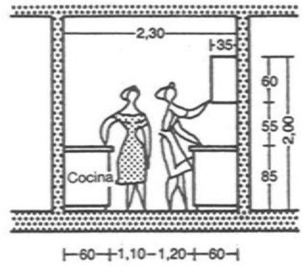
(14) Trastero y armario para zapatos en el ámbito de la entrada



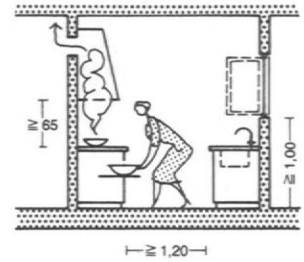
(15) Despensa y trastero en el ámbito de la cocina



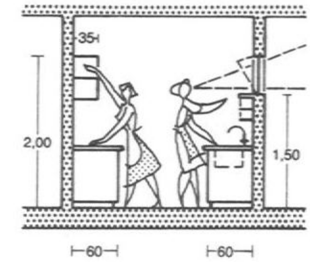
① Sección transversal de cocina con 2 puestos de trabajo



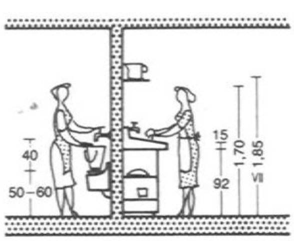
② Sección transversal de cocina con 2 puestos de trabajo



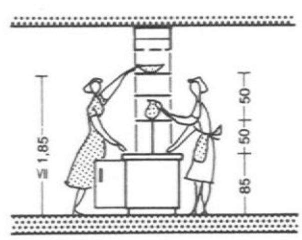
③ Los fogones situados a gran profundidad requieren mayor espacio de movimiento. Colocar una campana extractora encima suyo.



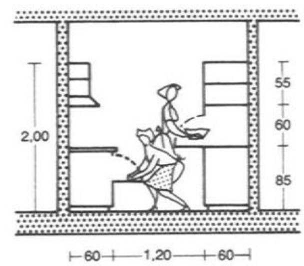
④ Profundidad de la mesa de trabajo: 60 cm



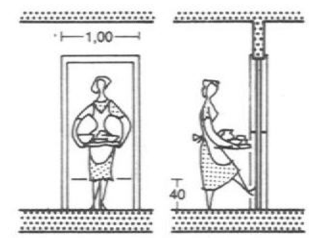
⑤ Altura usual de grifos y piletas y máxima altura de los fregaderos y de un estante situado encima suyo



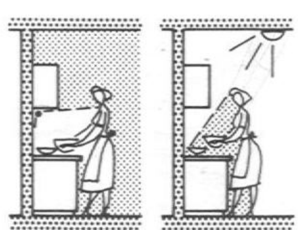
⑥ Hueco entre cocina, fregadero o bufé hacia el comedor o sitio de comer, con estantes para la vajilla encima suyo.



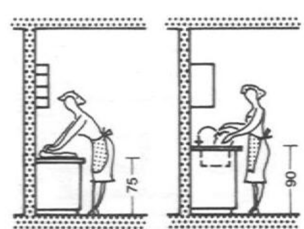
⑦ Trabajando dos personas, una al lado de la otra



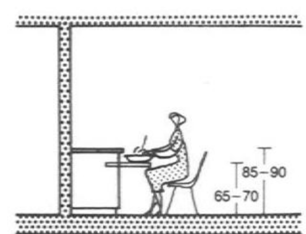
⑧ Puerta entre la cocina y el comedor que pueda abrirse con el pie



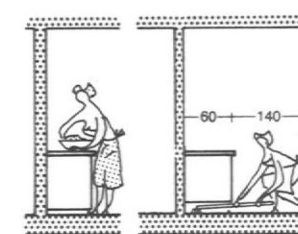
⑨ Iluminación correcta y errónea de una cocina



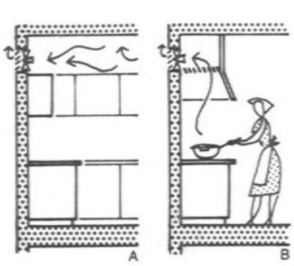
⑩ La altura usual de las mesas (85 cm) está comprendida entre las alturas extremas para cocinar y fregar



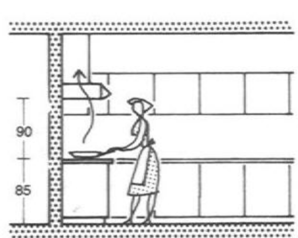
⑪ Prever una tabla extraíble para trabajar sentado



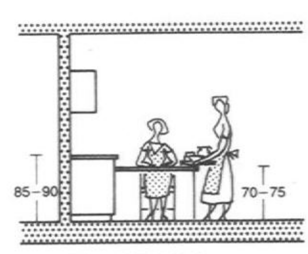
⑫ Disposición correcta del zócalo de los armarios para limpiar y trabajar con comodidad ≧ 8 cm



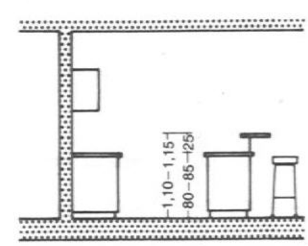
⑬ Ventilación mecánica mediante un ventilador en la pared exterior (A) o preferiblemente mediante una campana extractora justo encima de la cocina (B)



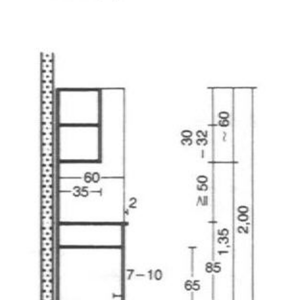
⑭ Es preferible una campana extractora de humos



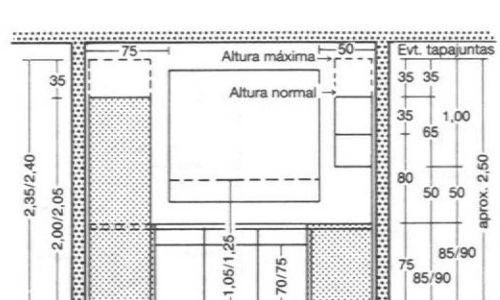
⑮ Mesa plegable o abatible



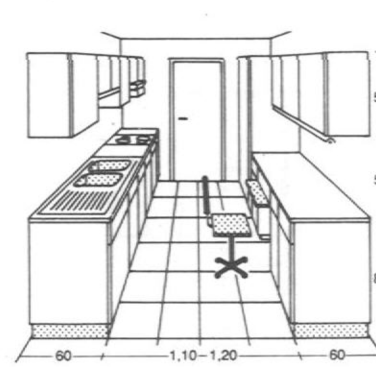
⑯ Barra para comer



⑰ Sección por los muebles de cocina, dimensiones según DIN 68901



⑱ Mobiliario de una cocina y superficies de trabajo, según DIN 18022



⑲ Cocina con muebles a ambos lados → p. 215 ⑤

Espacios de servicio en viviendas

COCINAS

ELEMENTOS ADOSADOS Y EMPOTRADOS

A pesar de la normalización de medidas, lamentablemente las dimensiones de los productos fabricados aún son diferentes. Por lo general, se obtienen muebles para adosar de 20 a 120 cm de anchura y de 5 a 85 cm de altura. Los elementos tipo, adaptables a cualquier cocina diseñada por el arquitecto, se acoplan entre sí en el momento del montaje para formar una unidad fija. Equipar la superficie de trabajo, a ser posible, con una encimera eléctrica.

Material: madera, madera contrachapada, madera aglomerada; superficie: esmalte, madera, melamina; estantes de los armarios de madera o planchas con revestimiento sintético.

Armario para ollas, preferiblemente de acero inoxidable. Puertas correderas o mejor puertas especiales abatibles, ya que ocupan menos espacio al abrirse.

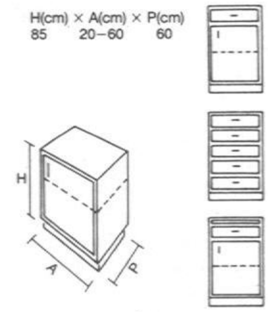
Armarios inferiores: → ① + ② para guardar los utensilios menos utilizados o de mayores dimensiones y peso.
Los armarios superiores o de pared → ③ + ④ tienen menor profundidad, para poder utilizar con comodidad el espacio de trabajo debajo suyo. Los armarios superiores sirven para aprovechar mejor el espacio y alcanzar la vajilla sin tener que agacharse.

Armarios altos o laterales → ⑤ como armarios para fregonas, escobas y demás utensilios de limpieza; apropiados para empotrar la nevera, el horno o el microondas a una altura cómoda.

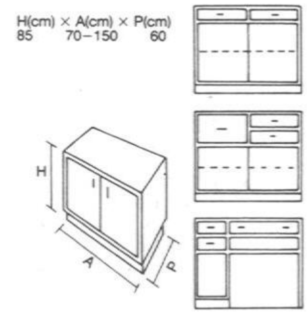
Fregadero y escurridor, situarlos encima de armarios en los que se pueda colocar el cubo de basura y eventualmente un acumulador eléctrico, el lavaplatos y los productos de limpieza.

El equipo especial → ⑦–⑭, formado, por ejemplo, por un cortador universal o de pan, un armario de máquinas con estantes abatibles, una báscula de cocina, recipientes de especies, un colgador extraíble de paños de cocina, etc., ayuda a ahorrar tiempo y energía.

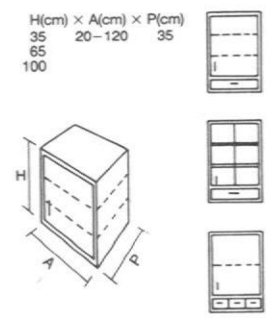
Es aconsejable un extractor mecánico encima de los fogones → ⑫. Existen campanas extractoras de vapor. Se diferencia entre aparatos de extracción y de recirculación. Para los aparatos de extracción es necesario que exista un conducto de extracción. Son mucho más eficaces que los aparatos de recirculación.



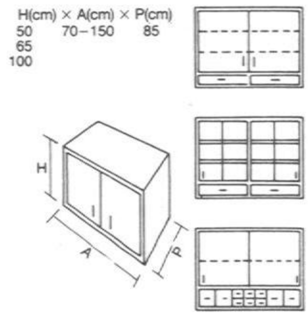
① Armarios bajos de un solo elemento



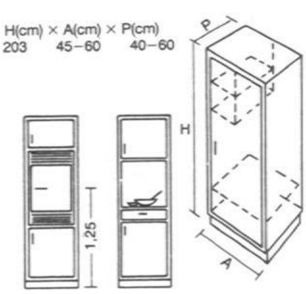
② Armarios bajos de dos elementos



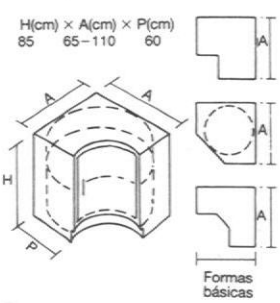
③ Armario alto o de pared, de un solo elemento



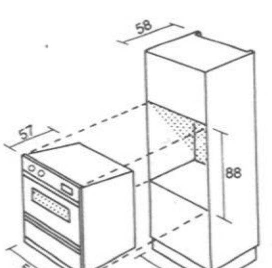
④ Armario alto o de pared, de dos elementos



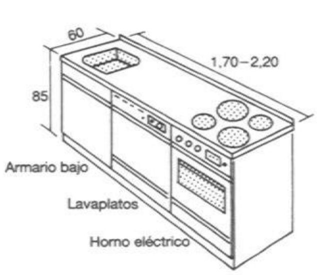
⑤ Armarios de pie



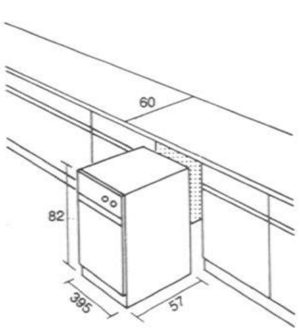
⑥ Armarios de esquina



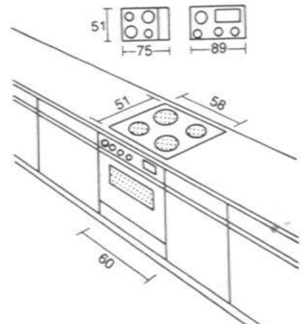
⑦ Horno para empotrar



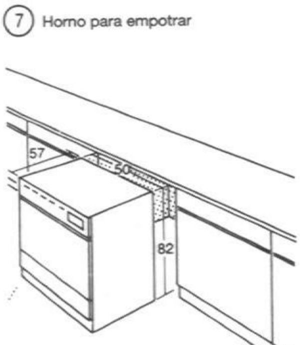
⑧ Cocina integral



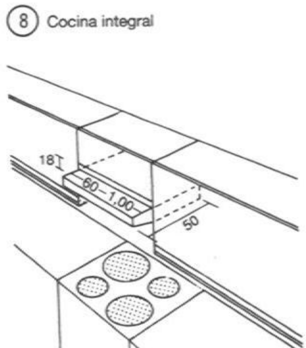
⑨ Triturador eléctrico de basuras



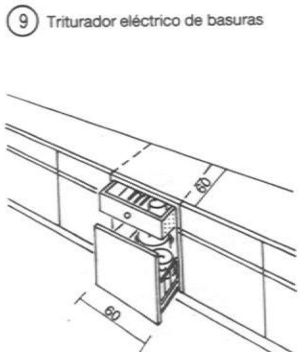
⑩ Encimeras



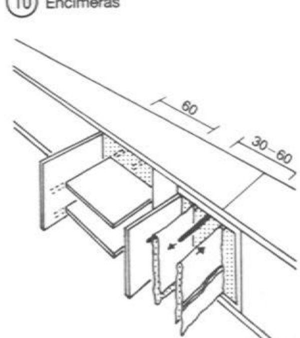
⑪ Lavaplatos



⑫ Campanas extractoras de humos

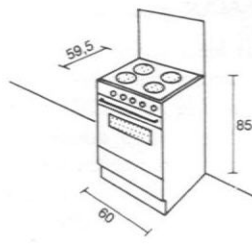


⑬ Armario de ollas con cajones

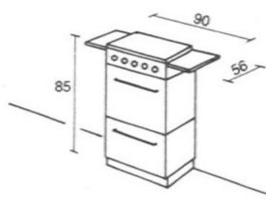


⑭ Armario de máquinas y paños de cocina

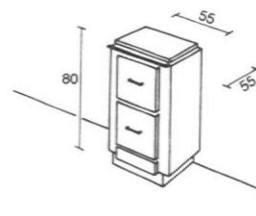
Las medidas de utensilios y aparatos son importantes para las medidas de los armarios si se quiere aprovechar el espacio al máximo. Actualmente, los aparatos eléctricos, a gas y los muebles de cocina se fabrican de manera que pueden juxtaponerse y combinarse configurando un espacio de trabajo fluido. El tamaño de la cocina no es determinante por sí solo, hay que dejar suficiente superficie libre para colocar los aparatos y máquinas de cocina. Prever suficientes tomas de corriente, al menos una toma doble por cada ámbito de trabajo o preparación. Es importante conseguir una buena iluminación de la superficie de trabajo → p. 212. Generalmente se necesita un fregadero de dos senos → ⑦ – ⑨, con escurridor de 60 cm de anchura a la izquierda y una superficie de trabajo también de 60 cm a la derecha. A la izquierda o a la derecha del fregadero debería colocarse el fregaplatos. Las cocinas integrales, con un equipo completo, ocupan poco sitio. → ⑩



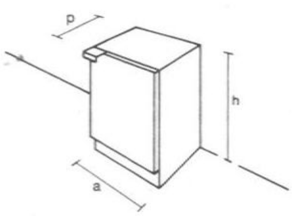
① Cocina eléctrica



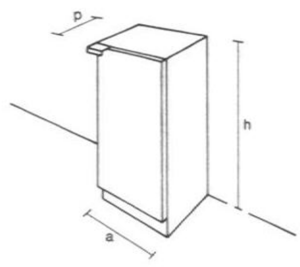
② Cocina grande a gas



③ Cocina económica (de fuego continuo)



④ Frigorífico



⑤ Congelador

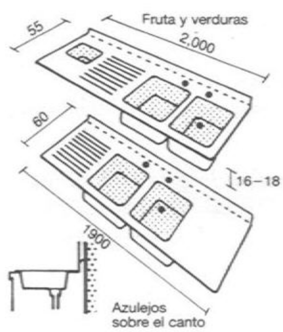
Frigoríficos

Cap. (1)	a(cm)	p(cm)	h(cm)
50	55	55–60	80–85
75	55	60–65	85
100	55–60	60–65	85
125	55–60	65–70	90–100
150	60–65	65–70	120–130
200	65–75	70–75	130–140
250	70–80	70–75	140–150

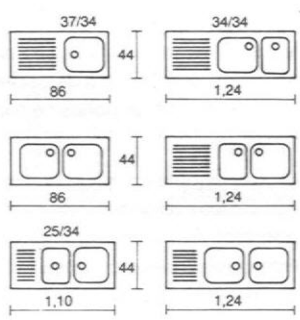
Frigoríficos empotrables

Cap. (1)	a(cm)	p(cm)	h(cm)
50	55	50–55	80–85
75	55	55–60	85–90
100	55	60–65	90

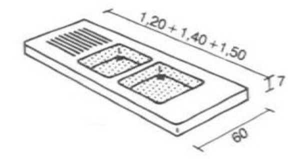
⑥ Dimensiones → ④–⑤



⑦ Dimensiones de los fregaderos



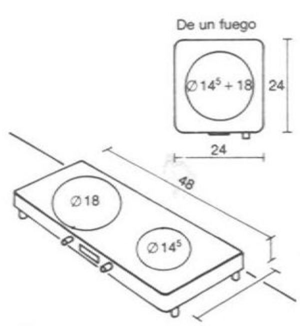
⑧ Fregaderos



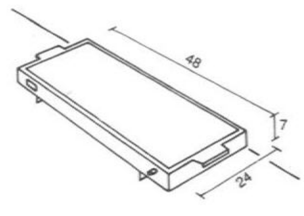
⑨ Fregadero de porcelana de dos senos



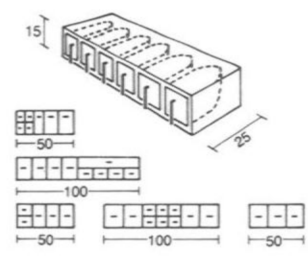
⑩ Cocina integral



⑪ Hornillos eléctricos



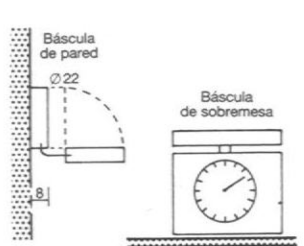
⑫ Calientaplatos



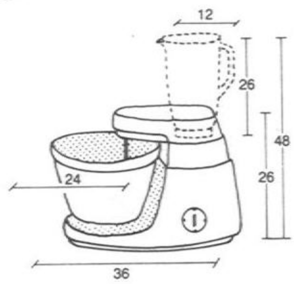
⑬ Recipientes de vidrio o plástico



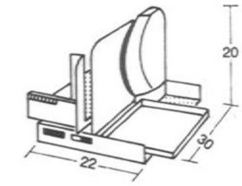
⑭ Tablas



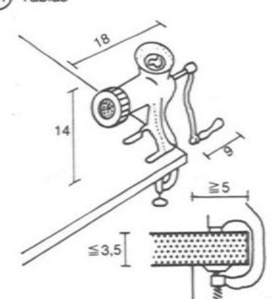
⑮ Báscula de cocina



⑯ Robot de cocina



⑰ Aparato eléctrico para cortar

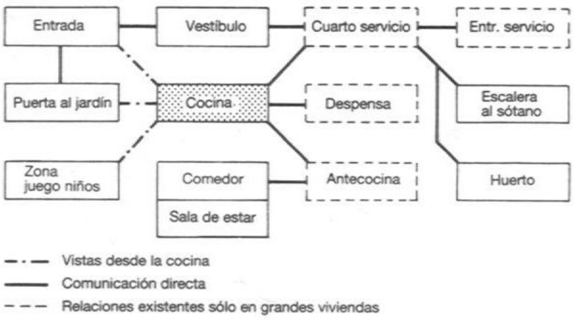


⑱ Aparato de triturar carne

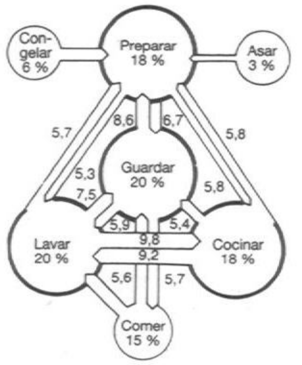
Espacios de servicio en viviendas

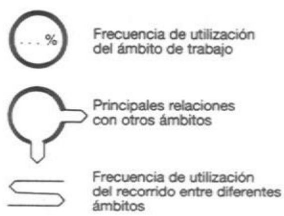
FICHAS INFORMATIVAS →

DIN 18011, 18022, 68901

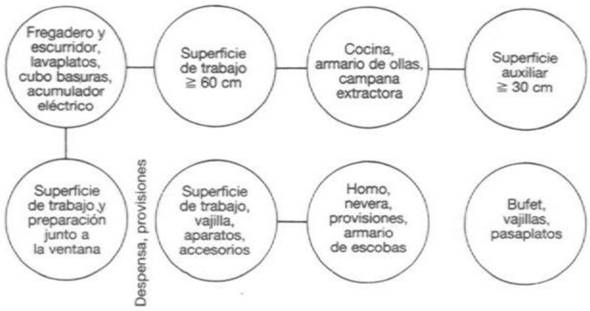


(1) Relaciones funcionales de una cocina grande





(2) Frecuencia de utilización de los distintos ámbitos de una cocina



(3) Disposición correcta de los lugares de trabajo en una cocina

Orientar las cocinas al noreste o noroeste, con acceso directo al huerto y al sótano. A ser posible, con vistas directas a la puerta de entrada al jardín, a la puerta de acceso a la vivienda y al lugar donde juegan los niños y la terraza → (1). Deben disponer de buena comunicación interior con el vestíbulo, comedor y habitaciones de servicio.

La cocina es un lugar de trabajo en el interior de la vivienda, pero al mismo tiempo también es un lugar de estancia, durante muchas horas, para el ama de casa. Cuando la cocina alberga un lugar para comer, a menudo se convierte en punto de encuentro de la familia → (7).

En el diseño se ha de intentar: ahorrar recorridos, conseguir un espacio de trabajo fluido, con suficiente libertad de movimientos, evitar el tener que trabajar de pie, adaptar la altura de las superficies de trabajo a la altura de los usuarios, disponer de buena iluminación de las superficies de trabajo → p. 212.

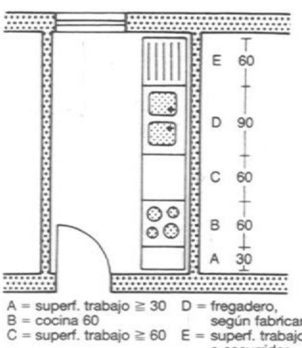
Superficie de una cocina mínima: 5–6 m^2, cocina normal: 8–10 m^2, cocina con lugar para comer: 12–14 m^2 → (4)–(7).

Para facilitar el trabajo en la cocina es importante ordenar adecuadamente los diferentes lugares de trabajo; de derecha a izquierda: superficie de trabajo, cocina, superficie de preparación, fregadero, escurridor → (3)–(4).

Para poder utilizar los aparatos y muebles se necesita como mínimo una superficie de movimiento de 1,20 m de anchura; dada una profundidad de 60 cm a cada lado, resulta una anchura total de la cocina de 2,40 m → (5).

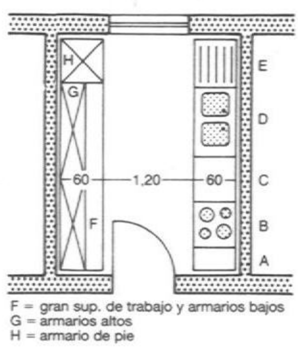
Espacio necesario para muebles y aparatos: cocina: 60 cm; fregadero de dos senos y escurridor: 150 cm; horno: 60 cm; nevera: 60 cm; congelador: 60 cm; armario de provisiones: 60 cm; armario de escobas: 50 cm; armarios bajos para vajilla, accesorios, etc., con superficie de trabajo y preparación encima suyo: 200 cm; en total: 700 cm.

La correcta disposición de los diferentes elementos tiene gran influencia en aligerar el trabajo. Todos los ejemplos aquí mostrados están concebidos para usuarios diestros; para usuarios zurdos se han de invertir.



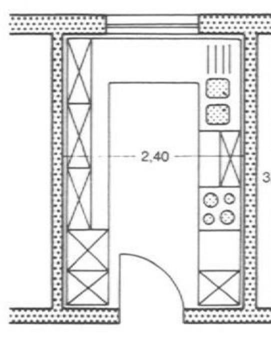
A = superf. trabajo ≧ 30 D = fregadero, según fabricante
B = cocina 60
C = superf. trabajo ≧ 60 E = superf. trabajo o escurridor

(4) Cocina con muebles a un solo lado

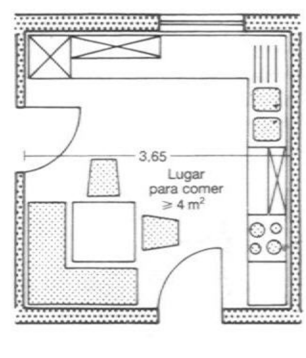


F = gran sup. de trabajo y armarios bajos
G = armarios altos
H = armario de pie

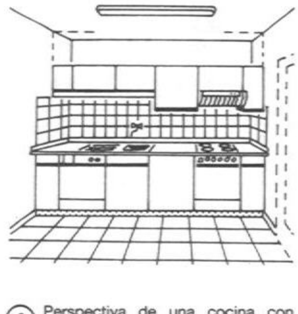
(5) Cocina con muebles en los lados



(6) Cocina en forma de U



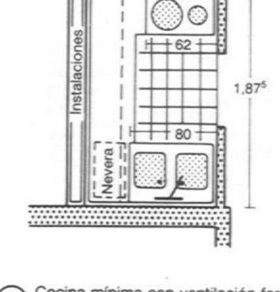
(7) Cocina en forma de L con esquina para comer



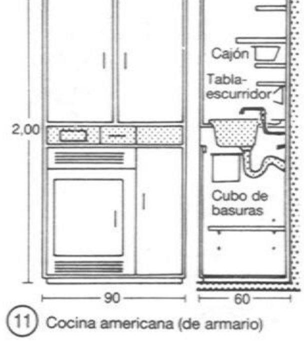
(8) Perspectiva de una cocina con muebles en un solo lado → (4)



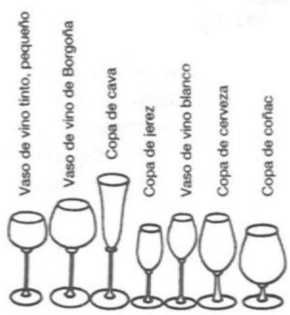
(9) Vista → (10)



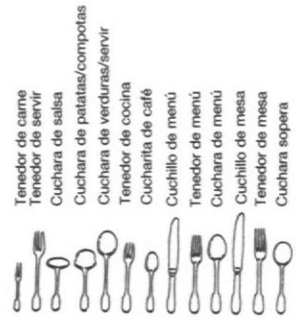
(10) Cocina mínima con ventilación forzada (arq.: Neufert)



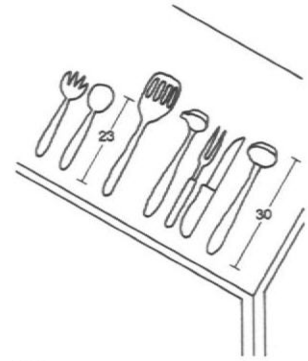
(11) Cocina americana (de armario)



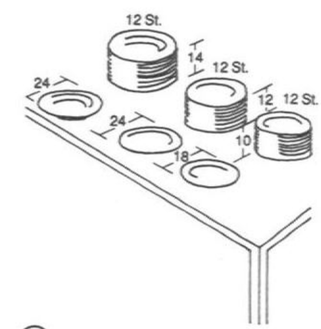
(1) Vasos



(2) Cubiertos



(3) Cubiertos de fuentes



(4) Platos hondos, planos y de postre



(5) Menú: sopa, plato de carne, postre, bebida



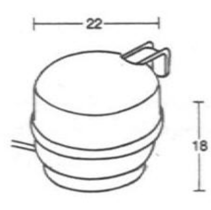
(6) Menú: sopa, plato de pescado y plato de carne, postre, vino blanco y vino tinto



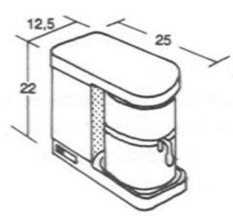
(7) Menú: sopa, plato de pescado y plato de carne, postre, cava, vino tinto y vino blanco



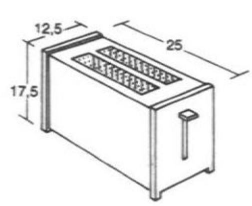
(8) Menú: entrante, plato de pescado y plato de carne, postre, cava, vino tinto y vino blanco



(9) Aparato de hervir huevos



(10) Cafetera



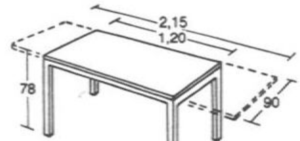
(11) Tostadora



(12) Carrito de café

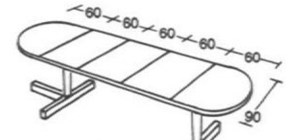


(13) Mesa auxiliar

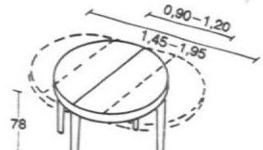


Mesa extensible más usual

(14) Mesa de comer

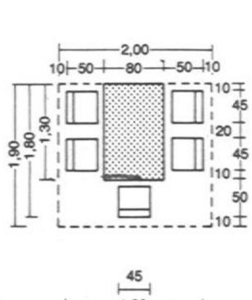


(15) Gran mesa extensible (Thonet)

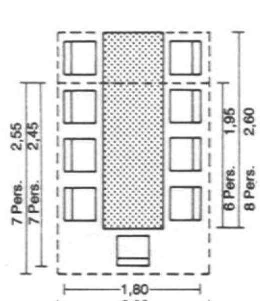


Mesa redonda extensible más usual

(16) Mesa de comer



(17) Espacio mínimo en una mesa de comer



(18) Espacio mínimo en una mesa de comer

N.º de comensales	Anchura cm	Profundidad cm	Sup. mínima m²
4 personas		≧ 130	2,6
5 personas		≧ 180	3,8
6 personas	≧ 180	≧ 195	3,9
7 personas		≧ 245	5,1
8 personas		≧ 260	5,2

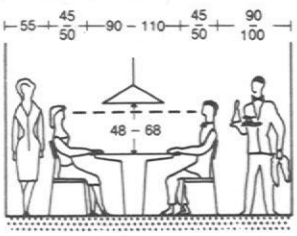
$$\varnothing \text{ mesa redonda} = \frac{\text{anchura (cm)} \times \text{comensales}}{3{,}14}$$

p.e., dada una anchura de 60 cm por plaza y 6 comensales $= \frac{60 \times 6}{3{,}14} = 1{,}14$ m

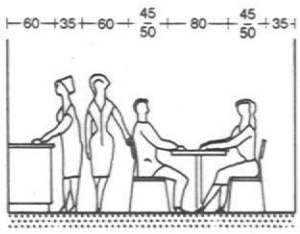
(19) Superficie mínima → (17)–(18)

COMEDORES

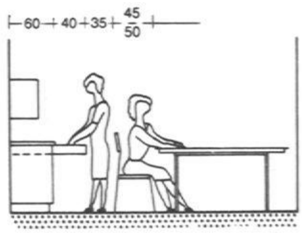
DIN 181011



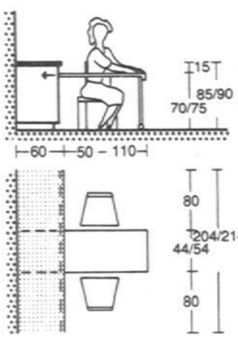
(1) La separación mínima de la mesa a la pared depende del servicio



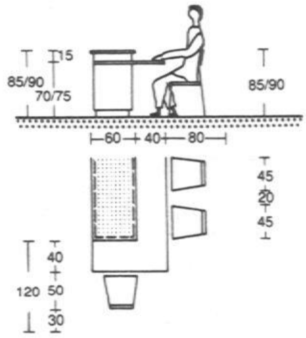
(2) Prever una separación suficiente entre la mesa y el bufet para que pueda pasarse



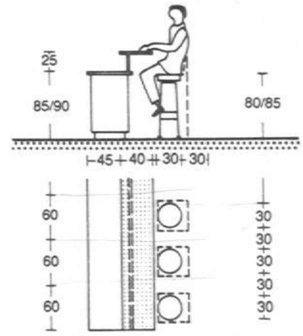
(3) Para poder abrir cajones y puertas



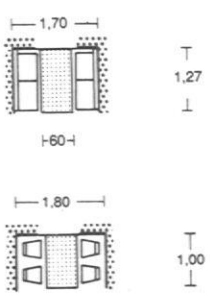
(4) Mesa extraíble



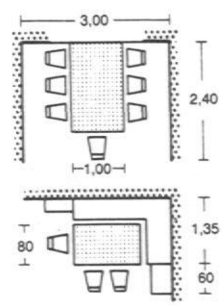
(5) Mesa auxiliar



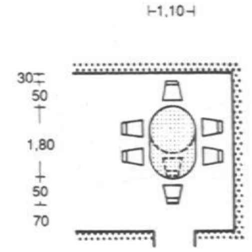
(6) Barra de bar



(7) Espacio mínimo: mesa de comer en un vagón restaurante. Un hueco en la cocina apenas ocupa más espacio



(8) Para más de 5 comensales ha de quedar un paso libre para acceder a los asientos más alejados. Una mesa con un banco en esquina ocupa menos sitio.



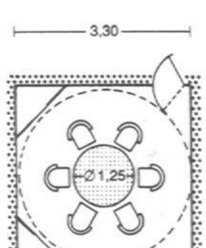
(9) Mesa redonda para 4 a 6 personas

Es deseable disponer un sitio para comer en la cocina, lo que exige una superficie adicional → (4)–(6). Un lugar para tomar comidas ligeras puede consistir en un tablero extraíble de un armario bajo a una altura de 70 a 75 cm → (4). A ambos lados de la mesa se necesita una superficie para moverse de 80 cm. Si hay espacio suficiente, es preferible que la mesa auxiliar esté en un armario libre → (5). Una barra de bar, que también puede servir para comer mide 40 cm de profundidad, pero gracias al solape de 15 cm ocupa menos sitio. Se necesitan sillas o taburetes especiales → (6). Un lugar amplio para comer exige bastante más espacio y puede reemplazar al comedor → (7)–(8).

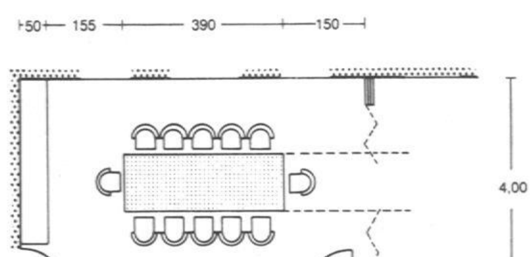
Con una mesa redonda se aprovecha mejor el espacio → (9)–(10), Ø mínimo: 0,90 m, preferiblemente: 1,10–1,25 m. Un banco con mesa es la solución que necesita menos espacio → (8).

Una buena solución consiste en poder ampliar el espacio para comer, en determinadas ocasiones, mediante grandes puertas o tabiques móviles → (11)+(15). Para poder comer con comodidad, una persona necesita una superficie de mesa de 60 × 40 cm, en esta medida ya está comprendida la distancia suficiente al vecino → (12) y sitio para un cubierto completo. En el centro de la mesa se necesita una franja de 20 cm para cucharas, ollas y fuentes. Las luces sobre la mesa de comer no han de deslumbrar. La distancia desde la mesa hasta el canto inferior de la lámpara no debería ser superior a 60 cm → (1). Orientación óptima del lugar para comer: oeste, del lugar para desayunar: este → (13).

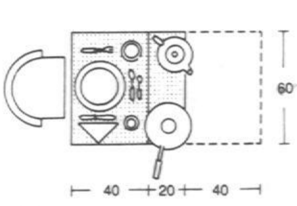
Acceso desde la cocina o el office → (14)–(16). A ser posible con salida a la terraza. Los espacios al aire libre (porches, terrazas) se han de situar a resguardo del viento y al sur del comedor o la sala de estar.



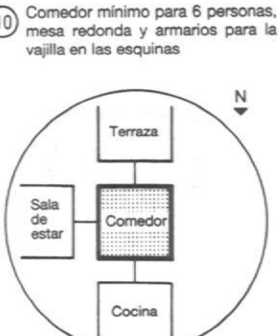
(10) Comedor mínimo para 6 personas, mesa redonda y armarios para la vajilla en las esquinas



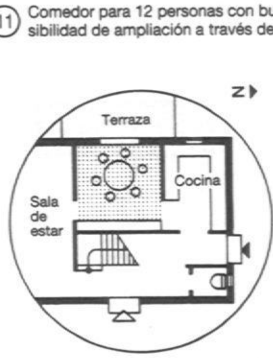
(11) Comedor para 12 personas con bufet, disposición más cómoda de las sillas; posibilidad de ampliación a través de la puerta plegable



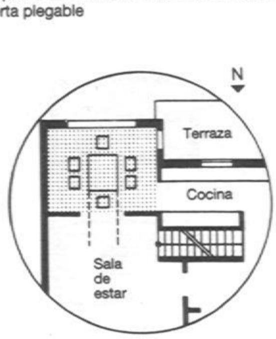
(12) Un cubierto



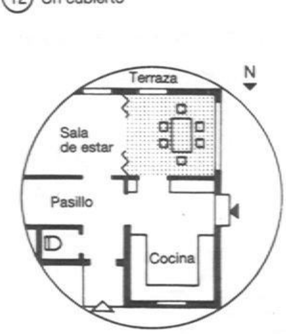
(13) Esquema de las relaciones funcionales de un comedor



(14) Comedor independiente más tranquilo, por ejemplo, entre la cocina y la sala de estar

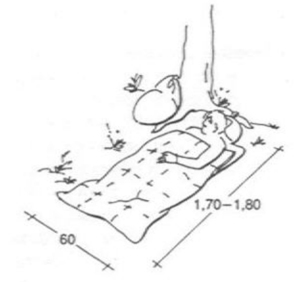


(15) Comedor independiente, por ejemplo, entre la terraza y la sala de estar, ampliable hasta esta última a través de puertas correderas

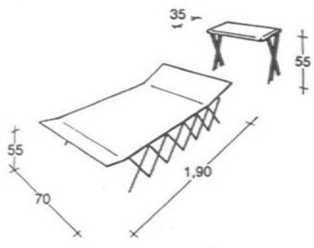


(16) Comedor independiente con terraza común con la sala de estar, clara iluminación del espacio

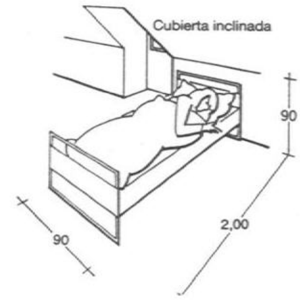
A) A diferente altura



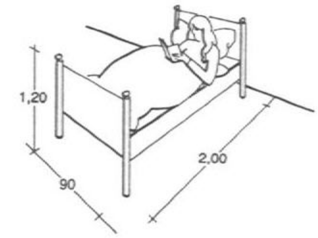
(1) **Saco de dormir** con cierre de cremallera y capucha. Parecida a la forma de dormir de los japoneses



(2) **Cama de campaña** de lona atirantada; plegada puede utilizarse como banco para sentarse

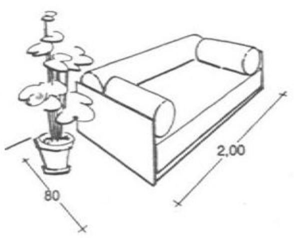


(3) Moderna **cama de tubo de acero** con edredón o manta de lana

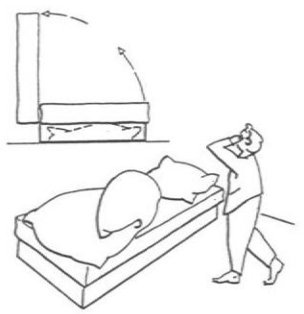


(4) **Cama con colchón de plumas de la abuela.** Armatoste de grandes patas

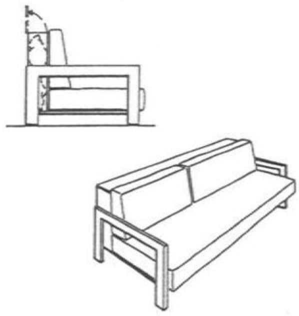
B) Diván (sofá-cama)



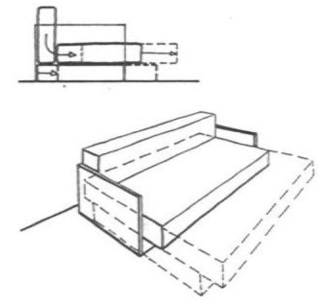
(5) **Sofá-cama**, las sábanas y la almohada se guardan durante el día arrolladas en una funda con cremallera



(6) Igual que el ejemplo anterior con un cajón debajo del colchón para guardar la ropa de cama durante el día

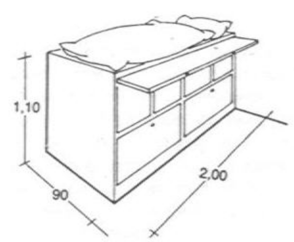


(7) **Sofá** con cajón detrás de los respaldos

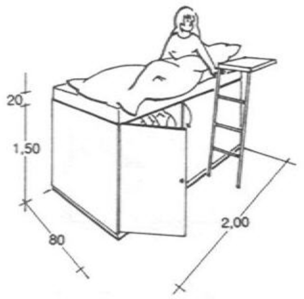


(8) **Sofá-cama** con colchón extraíble

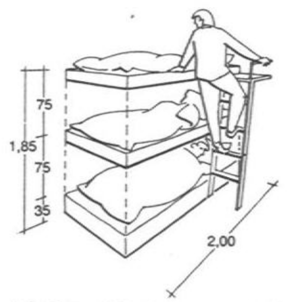
C) Literas



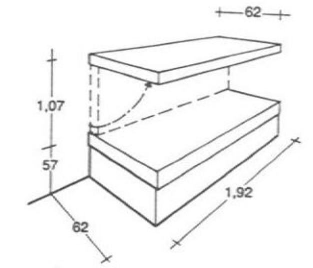
(9) **Cama elevada** sobre un armario de gran profundidad y tablero superior extraíble



(10) **Armario-cama** sobre un ropero bajo, para las habitaciones más reducidas, camarotes, estudios, etc.

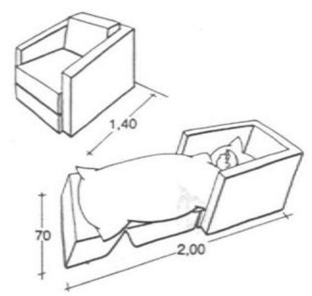


(11) **Litera triple** para vagones de literas, coches cama, casas de fin de semana y dormitorios de niños; se necesitan 0,338 m² por cama

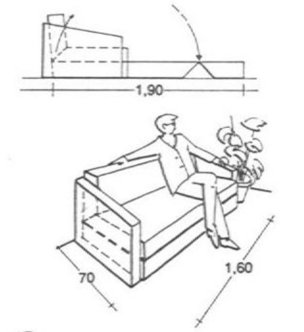


(12) **Cama pullmann** para coche cama, el respaldo giratorio se convierte en una segunda cama → p. 392

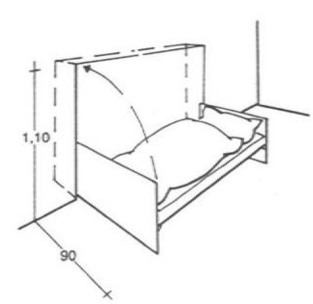
D) Camas plegables



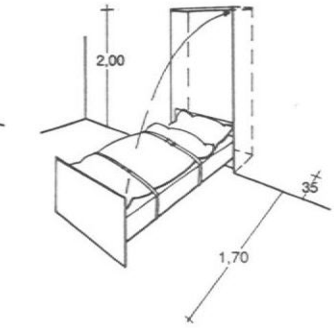
(13) **Sillón-cama** (plegable), para la ropa de cama se necesita un contenedor especial



(14) **Sofá-cama** (plegable)



(15) **Cama de Frankfurt** (plegable lateralmente)

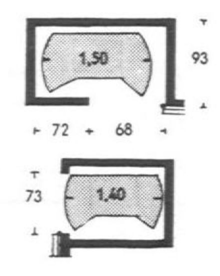


(16) **Cama de Frankfurt** (plegable verticalmente), individual o doble

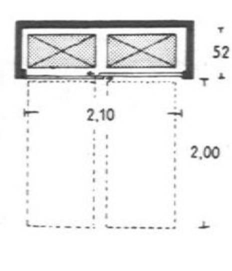
E) Camas sobre ruedas y empotradas



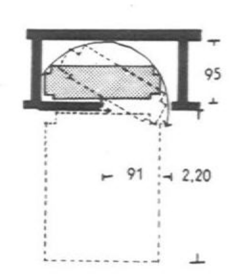
(17) **Cama plegable con ruedas** para 1 o 2 personas, durante el día se guarda en un armario



(18) **Armario empotrado para camas plegables** → (17), obsérvese la reducida puerta

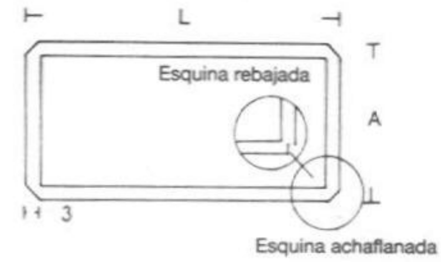


(19) Las **camas sobre ruedas** pueden colocarse justo delante de las puertas de los armarios



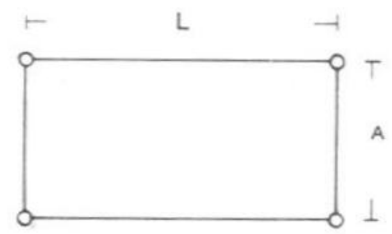
(20) En las **camas plegables y giratorias** el armario se queda abierto durante la noche

HUECOS DE CAMA Y ARMARIOS EMPOTRADOS



Tamaño	Medidas ext. del bastidor A × L	Medidas int. espacio necesario para la cama
1	59 × 122	60 × 125
2	69 × 137	70 × 140
3	79 × 177	80 × 180
4	89 × 187	**90 × 190**
5	99 × 197	100 × 200
6	149 × 197	150 × 200

(1) Bastidores normalizados de madera según DIN 4562. Las esquinas del colchón de los tamaños 1–3 son achaflanadas, y las del tamaño 4–6 rebajadas en ángulo recto a 2,5 × 2,5 cm. Medidas interiores de las camas → tabla superior



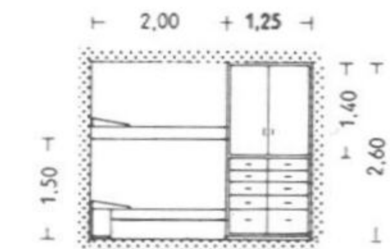
Utilización	Med. int. espacio necesario para la cama A × L
para niños	60 × 125
	70 × 140
para adultos	80 × 180
	90 × 190
	100 × 200
	150 × 200

(2) Estructuras metálicas normalizadas según DIN 4561; para calcular el espacio que necesita la cama (medidas exteriores) se han de añadir 6 cm a la anchura y 10 cm a la longitud. Altura del colchón con bastidor de madera (desde el suelo hasta el canto superior del bastidor del colchón) 40 cm

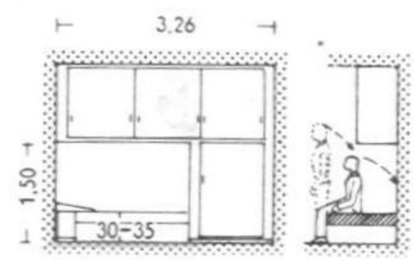
Los armarios empotrados se construían exclusivamente en viviendas de propiedad pero para un mejor aprovechamiento de espacios reducidos son adecuados también en viviendas de alquiler.

Consisten en armarios acondicionados en huecos de tabiquería, pintada al plástico o revestida con una tela lavable, sobre un suelo continuo y con puertas correderas.

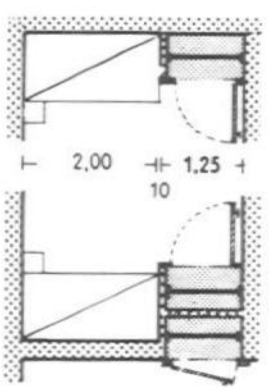
Lo mejor es aprovechar todo el espacio desde una pared hasta la opuesta → (7), (11) y (12). En los armarios empotrados en paredes exteriores se debe prestar atención al aislamiento térmico y a las posibilidades de ventilación, para evitar la condensación del vapor de agua. También es necesario ventilar las habitaciones de armarios → (13).



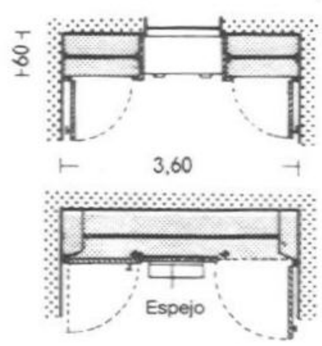
(3) Alzado de un hueco con literas junto a un armario. La parte superior sirve para guardar trajes colgados, la inferior para ropa doblada



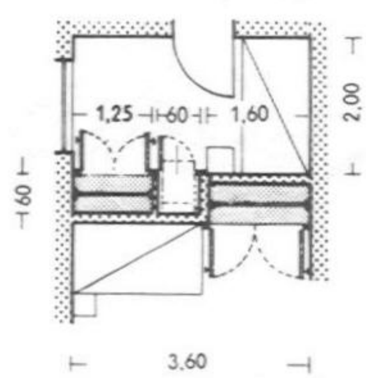
(4) Alzado y sección de un hueco para camas con armario en la parte superior, planta → (5).
Máximo aprovechamiento del espacio. El armario de la derecha es doble → (9)



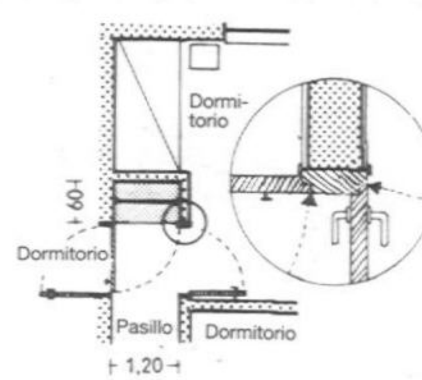
(5) Huecos para camas formados por armarios empotrados



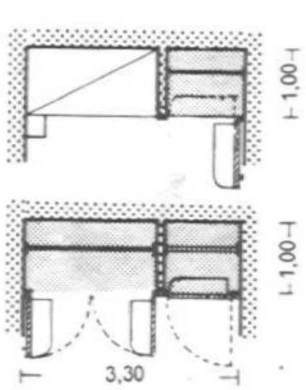
(6) Armarios empotrados; arriba con ventana, abajo con dos hojas giratorias y 1 corredera



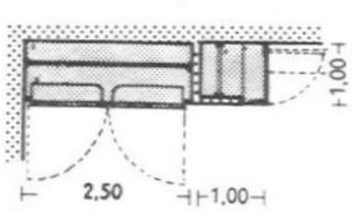
(7) Armarios empotrados condicionados por la colocación de las camas



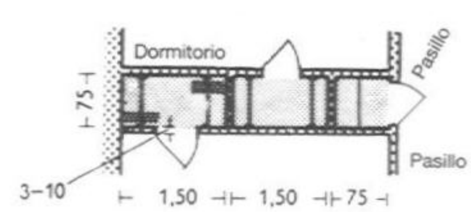
(8) Armario ropero al final del pasillo. El marco tiene galces para ambas puertas



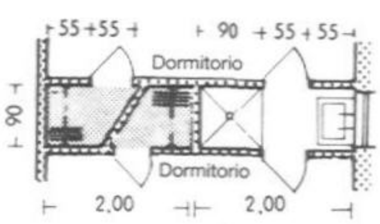
(9) Armarios dobles, de una y dos puertas (abiertos)



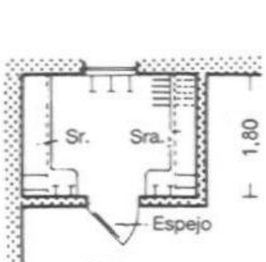
(10) Armario doble de dos puertas y en forma de armario de esquina (cerrado). Los armarios se construyen, de forma económica, en los huecos de tabiquería existentes o rellenando paredes de lado a lado, sin laterales ni fondo.



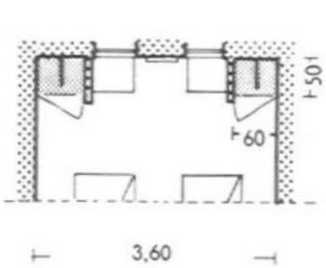
(11) Pared-armario entre dos dormitorios. Armario ropero accesible desde el pasillo. Espesor del tabique, según el método de construcción, de 3 a 10 cm.



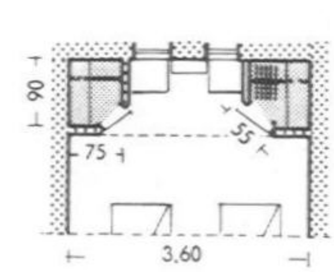
(12) Pared-armario con armarios a ambos lados y aseo con lavamanos y ducha entre dos dormitorios de poco más de 4 m de profundidad



(13) Vestidor para grandes viviendas, con espacio suficiente para vestirse y probar ropa



(14) Disposición americana de la pared exterior de un dormitorio → (16) con dos ventanas, dos armarios empotrados en las esquinas y armarios bajos debajo de las ventanas

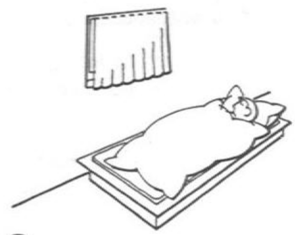


(15) Disposición americana de la pared exterior de un dormitorio con armarios empotrados en las esquinas de gran profundidad, que apenas restan luminosidad a la habitación por estar achaflanados

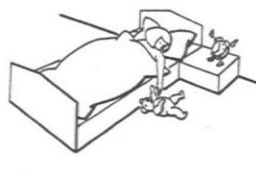


(16) Con un techo a menor altura y una cortina a todo lo largo el espacio de las ventanas se convierte en vestidor de → (14) y (15)

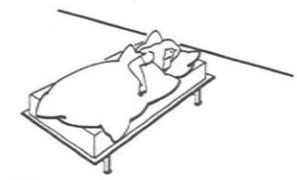
En la sensación de seguridad y descanso tiene gran influencia la relación de la cama con la pared y el espacio de la habitación que varía según la cama esté:



① adosada a la pared longitudinal



② con la cabecera contra la pared



③ un poco separada de la pared

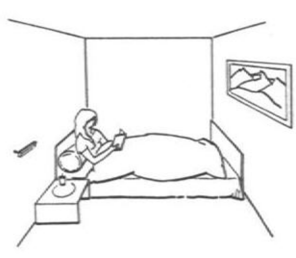


④ aislada en medio de la habitación

Una persona segura de sí misma duerme a gusto en medio de la habitación → ④, alguien temeroso prefiere dormir junto a la pared → ①–②, o aún mejor: ⑤–⑧



⑤ en una esquina



⑥ al fondo de la habitación



⑦ en un hueco

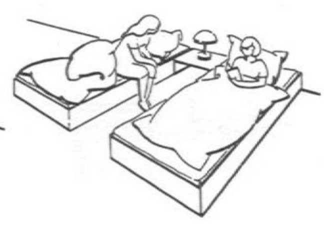


⑧ o en un hueco de armario

La sensación de reposo depende del revestimiento de las paredes, forma de la cama, orientación (la cabecera se ha de situar, si es posible, hacia el norte), situación respecto a la luz (ventana) y respecto a la puerta. Cuando se colocan varias camas es importante la relación entre ellas:



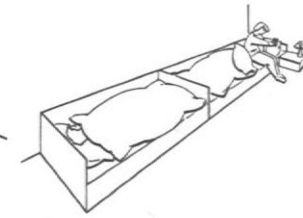
⑨ amigos



⑩ hermanas

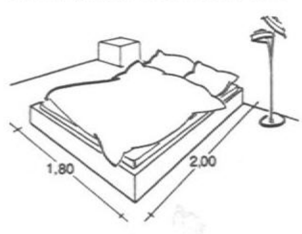


⑪ hermanos

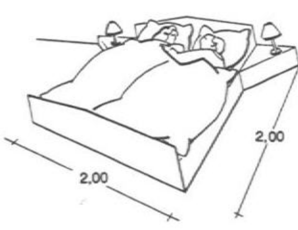


⑫ invitados

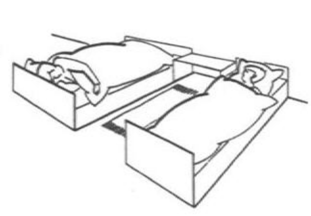
Compartir un dormitorio implica que las camas se ordenen con sensibilidad, sobre todo la cabecera de camas contiguas → ⑪ y ⑫. En las camas de matrimonio:



⑬ cama para dos personas



⑭ cama doble

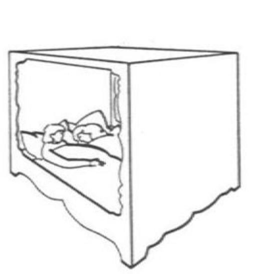


⑮ dos camas situadas una al lado de la otra

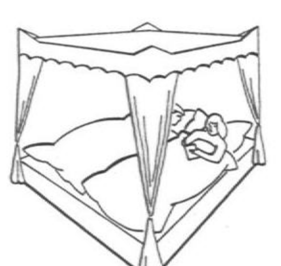


⑯ dos camas situadas una encima de otra

Disposiciones condicionadas, más por los deseos personales, que por las características del espacio. En la actualidad se tiende a dormir cada vez más en camas separadas, aunque antes la cama común también se expresaba espacialmente



⑰ cama de caja



⑱ cama con baldaquino



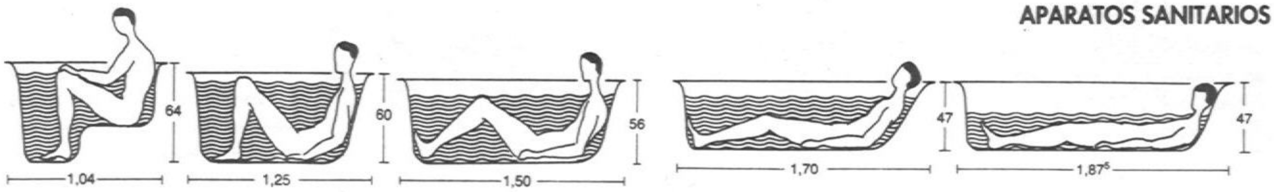
⑲ cama con dosel



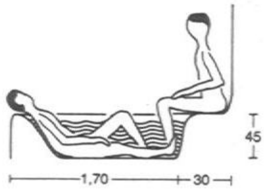
⑳ cama con templete

Esta última, en forma de basílica, se iluminaba de forma singular, con las cortinas corridas, a través de un candelabro o lámpara cenital. Estos últimos cuatro ejemplos muestran con claridad cuánto depende el diseño del mobiliario y del espacio de la manera de vivir en una determinada época.

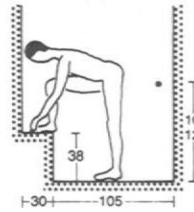
APARATOS SANITARIOS



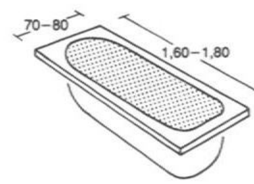
① En las bañeras más cortas se gasta más agua



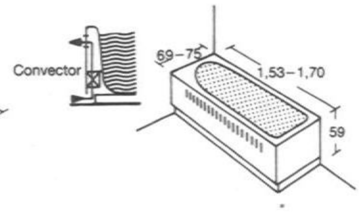
② Bañarse y sentarse



③ En la ducha



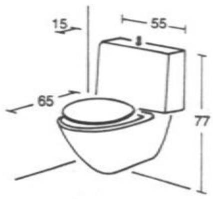
④ Bañera para empotrar



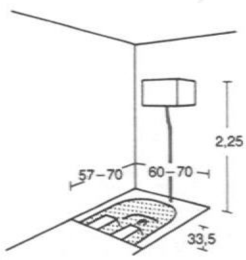
⑤ Faldón de bañera a uno o dos lados, también con convector



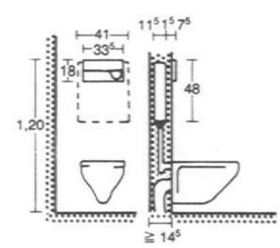
⑥ Bidet



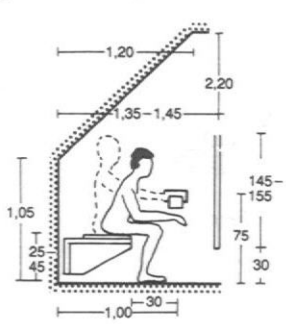
⑦ Inodoro mural con tanque bajo



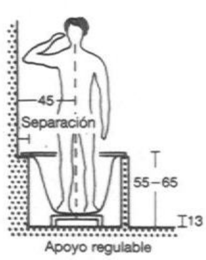
⑧ Placa turca



⑨ Inodoro con tanque empotrado, consumo: 6 l



⑩ Inodoro debajo de una cubierta inclinada o una escalera



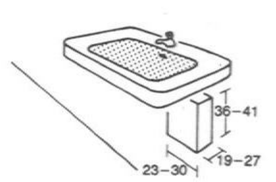
⑪ Separación necesaria a la pared para lavarse; alturas de construcción



⑫ Espacio necesario entre una bañera y la pared



⑬ Espacio deseable para poder moverse cómodamente



⑭ Acumulador de agua caliente debajo del lavamanos



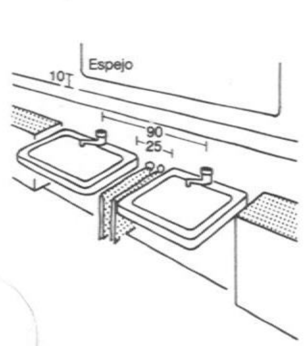
⑮ Calentador instantáneo de gas conectado a salida de humos



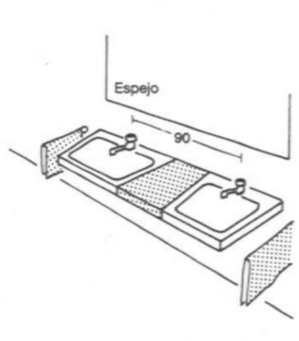
⑯ Armario de baño



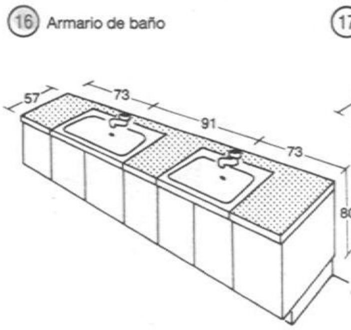
⑰ Armario de medicinas, con cerradura



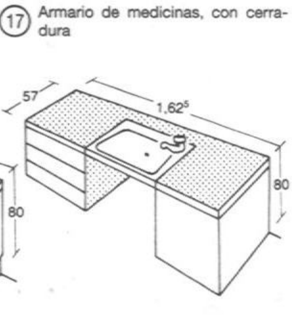
⑱ Dos lavamanos con toallero entre los dos



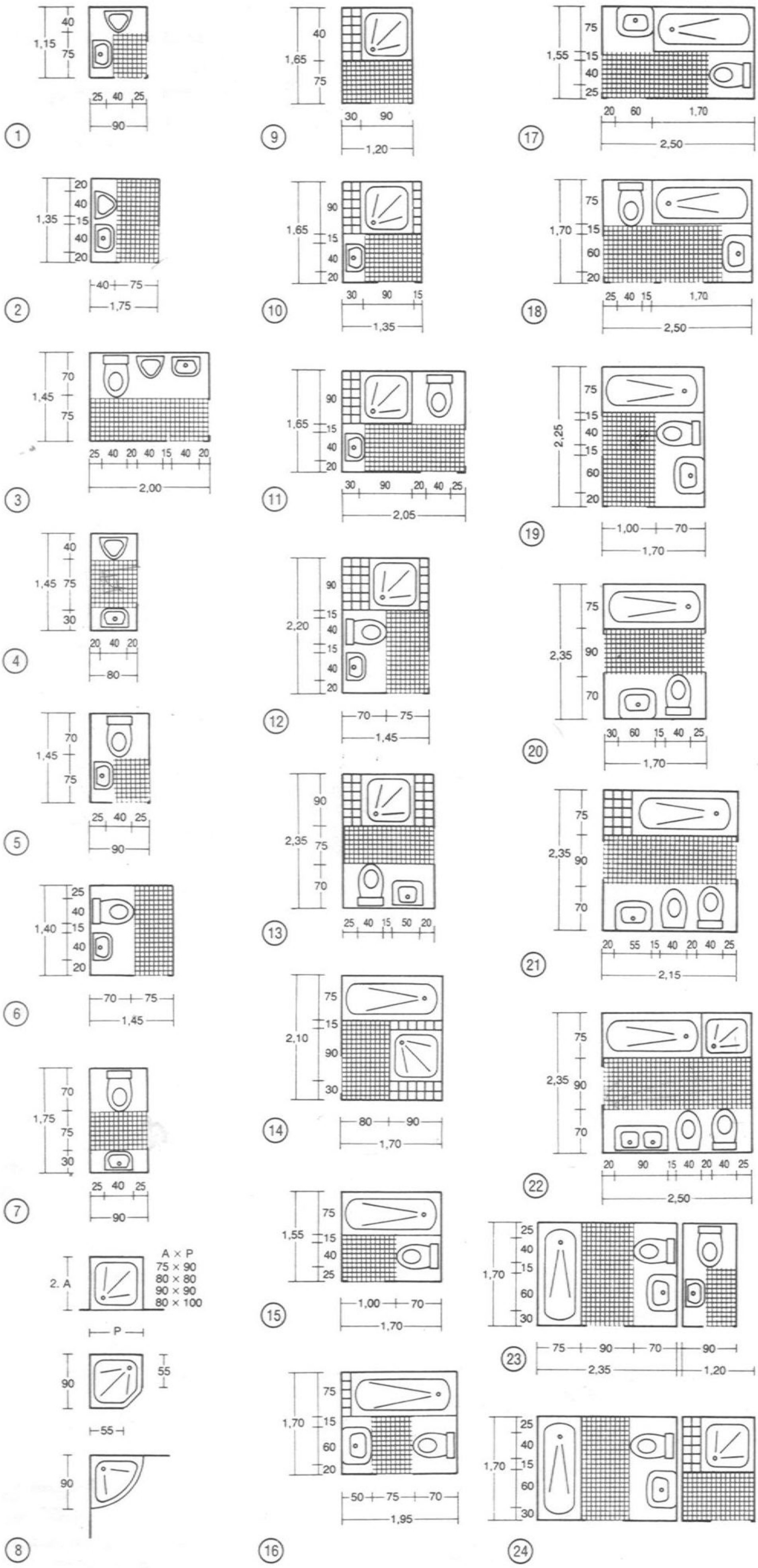
⑲ Lavamanos de dos senos



⑳ Lavamanos de dos senos con armario debajo



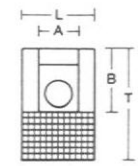
㉑ Combinación de armario y lavamanos



BAÑOS

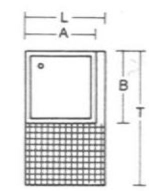
→ 🕮 + P. 223–225

1. Los inodoros de tanque bajo, suspendidos de la pared, presentan ventajas de mantenimiento y limpieza.



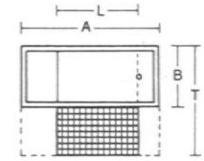
A	38–45
B	60–75
L	55–75
T	120–135

2. Los polibanes sirven sobre todo para la limpieza corporal, mientras que las bañeras pueden utilizarse también con fines de reposo y recuperación



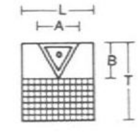
A	80–100
B	75–100
L	80–100
T	130–175

3. Las bañeras suelen empotrarse, lo que ofrece la posibilidad de colocar un convector → p. 221



A	160–180
B	70– 80
L	100–120
T	120–150

4. Urinarios → ①–④ en la actualidad también son frecuentes en el ámbito doméstico



A	35–45
B	35–45
L	60–75
T	100–120

5. Los lavamanos

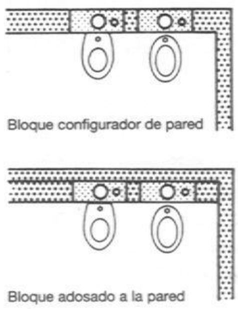


A	115–145
B	40– 55
L	120–175
T	100–145

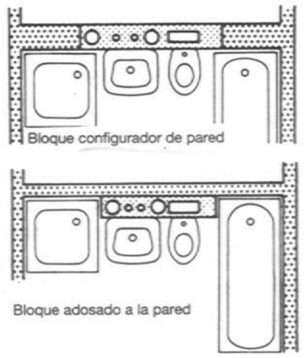
deben ser suficientemente grandes y tener bastante superficie horizontal. Los grifos monomando ahorran agua, debería emplearse grifería del grupo I, por motivos de aislamiento acústico. Los lavamanos dobles de ≦ 1,20 m de anchura no ofrecen suficiente libertad de brazos al lavarse. Es preferible colocar dos lavamanos, con espacio en medio para el toallero, y superficies horizontales en los extremos → p. 221 ⑱.

CÉLULAS SANITARIAS PREFABRICADAS

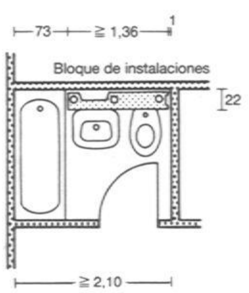
La instalación convencional de un cuarto de baño suele exigir mucho tiempo de ejecución y tiene un coste elevado. Como las necesidades a satisfacer generalmente son las mismas, tiene sentido pensar en la prefabricación. Sobre todo para viviendas en hilera y edificios de apartamentos y hoteles, así como en la rehabilitación de edificios antiguos. Existen bloques prefabricados de instalaciones → ①–③, tabiques de instalaciones, células enteras de una planta → ⑤–⑬, con tuberías ya montadas, así como aparatos sanitarios con sus accesorios. Células compactas con medidas fijas → ⑤–⑬. Construcción: generalmente tipo *sandwich* con un entramado de madera revestida con tablero aglomerado, planchas de fibrocemento, aluminio, acero inoxidable o poliéster reforzado con fibra de vidrio. Aparatos y accesorios del mismo material → ⑪–⑬.



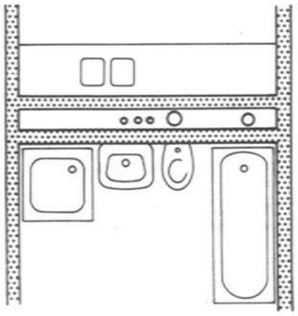
① Elementos de instalación en aseo



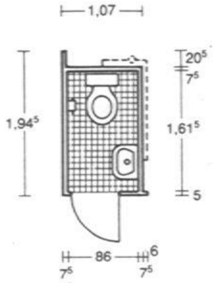
② Elementos de instalación en baño



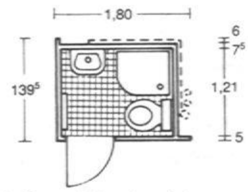
③ Bloque de instalaciones adosado a la pared


④ Tabique de instalaciones

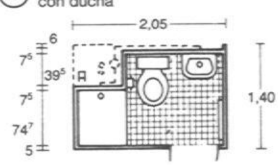
Dimensiones del conducto de instalaciones Tipo de conducto Z W K WA_S WA_R G H_V H_R	Dimensiones en cm Longitud L mín.	 med.	 máx.	 Anchura A mín.	 med.	 máx.
	40	45	50	12	15	18
	55	65	75	15	20	25
	75	85	95	18	20	25
	120	130	140	18	20	25



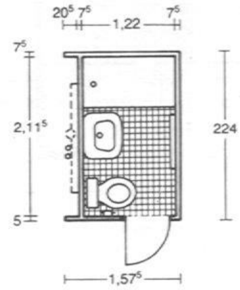
⑤ Célula compacta con aparatos



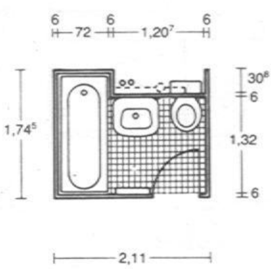
⑥ Como el ejemplo anterior, con ducha



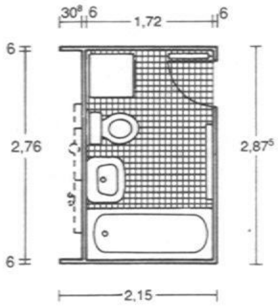
⑦ Célula de ducha con conducto de instalaciones



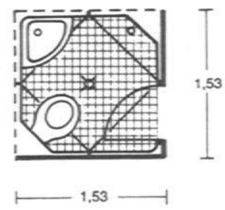
⑧ Célula de aseo



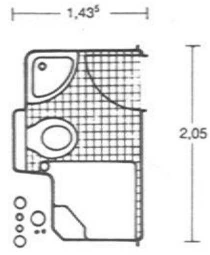
⑨ Célula de baño con bañera



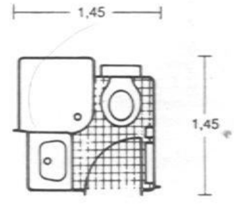
⑩ Célula de baño con lavadora



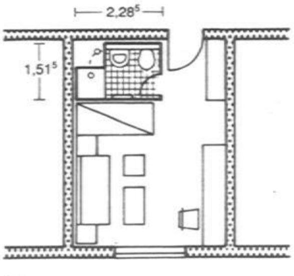
⑪ Célula compacta



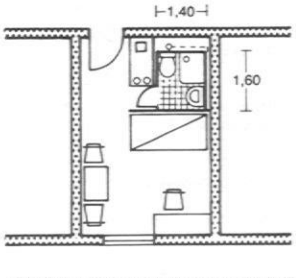
⑫ Como el ejemplo anterior, con ducha



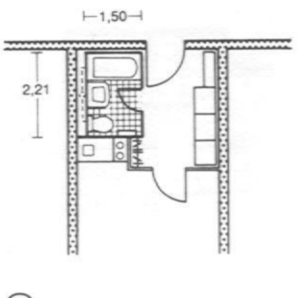
⑬ Célula compacta



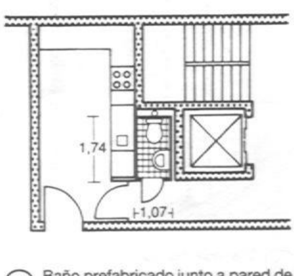
⑭ Célula de ducha en un hotel



⑮ Célula con ducha en una vivienda mínima



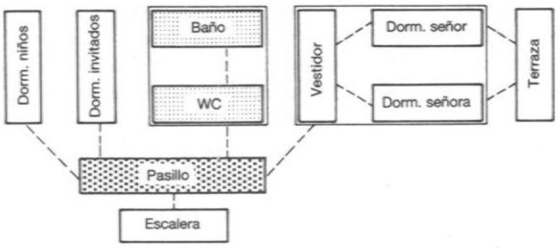
⑯ Célula de baño en un hospital



⑰ Baño prefabricado junto a pared de cocina

Espacios de las viviendas

SITUACIÓN EN LA VIVIENDA

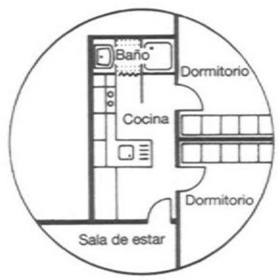


(1) Relaciones funcionales del baño

En el caso de que no exista en la vivienda un espacio destinado específicamente a lavadero, se ha de prever suficiente espacio en el baño (y la correspondiente instalación de fontanería y tomas de corriente) para lavadora, secadora y cesto de ropa sucia → (10). Para los jóvenes se puede instalar una ducha en vez de una bañera, para las personas mayores es mejor colocar una bañera o un polibán → (2)–(3). Acceso desde el dormitorio y a través del aseo → (6). En cualquier caso, se ha de situar lo más cerca posible de los dormitorios.



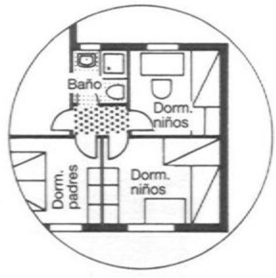
(2) Baño entre los dormitorios WC accesible desde el pasillo



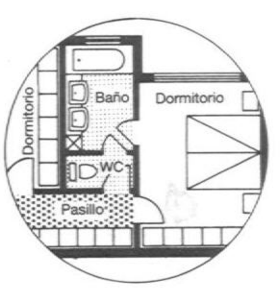
(3) Baño incorporado en la cocina



(4) Acceso directo desde el dormitorio principal al baño a través de una puerta pendular



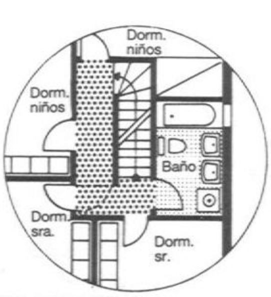
(5) Baño en el pasillo, entre la sala de estar y los tres dormitorios



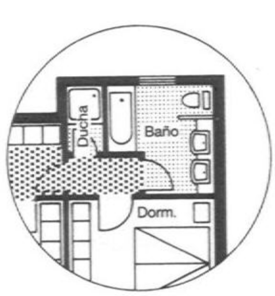
(6) Baño con dos puertas accesible desde el pasillo y el dormitorio



(7) Baño entre los dormitorios, accesible desde el pasillo



(8) Los dormitorios y el baño se pueden aislar del resto de la vivienda a través de una puerta pendular



(9) Baño y ducha accesibles desde el pasillo

Aparato	Superficie	
	Anchura en cm	Prof. en cm
Lavamanos, bidet		
1 Lavamanos individual	> 60	> 55
2 Lavamanos doble	> 120	> 55
3 Lavamanos empotrado de un seno con armario inferior	> 70	> 60
4 Lavamanos empotrado de dos senos con armario inferior	> 140	> 60
5 Lavamanos con pedestal	> 50	> 40
6 Bidet, mural o apoyado en el suelo	40	60
Bañeras		
7 Bañera	> 170	> 75
8 Ducha	> 80	> 80*
WC y urinarios		
9 WC con tanque bajo	40	75
10 WC con tanque alto o fluxor	40	60
11 Urinario	40	40
Aparato de lavado		
12 Lavadora	40 a 60	60
13 Secador	60	
Muebles de baño		
14 Armarios bajos, armarios altos	según el fabricante	40
* en polibanes con a = 90, también 75 cm		

(10) Espacio necesario para los aparatos sanitarios

Agua caliente para:	Caudal de agua caliente necesario (l)	Temperatura del agua caliente (°C)	Tiempo de utilización (aprox. en min)
Limpieza:			
Manos	5	37	4
Cara	5	37	4
Dientes	0,5	37	4
Pies	25	37	6
Pecho	10	37	10
Piernas	10	37	10
Cuerpo entero	40	38	15
Cabeza	20	37	10
Niño	30	40	5
Bañarse:			
Baño completo	140–160	40	15
Baño sentado	40	40	5
Baño de pies	25	40	5
Ducha	40–75	40	6
Cuidado corporal			
Afeitado en mojado	1	37	4

(11) Caudal de agua necesario, temperatura y tiempo de utilización de los aparatos que consumen agua caliente

BAÑOS

SITUACIÓN EN LA VIVIENDA

DIN 18022

Los baños y aseos son, según DIN 18022, cuartos independientes en los que se colocan los aparatos e instalaciones para la limpieza y el cuidado corporal.

Es más adecuado prever dos espacios separados para el baño y el WC. Esta separación es imprescindible en viviendas con más de 5 personas. El baño y el aseo también pueden ser accesibles desde los dormitorios, cuando el WC, u otro baño con inodoro, es accesible desde el pasillo → ② + ⑩. La bañera y/o la ducha, el lavamanos y la lavadora se instalan en el baño; el inodoro, el bidet y un lavamanos en el aseo.

Por motivos técnicos y económicos el baño, el aseo y la cocina se han de situar de manera que los conductos de instalaciones puedan compartirse.

→③–④, ⑦–⑩. Es preferible situar el baño cerca de los dormitorios → ⑩.

El baño y el aseo se deberían orientar a norte y, por regla general, tener iluminación y ventilación natural. En los cuartos interiores ha de haber al menos 4 cambios de aire por hora. Situar el baño y el WC de manera que compartan las paredes de instalaciones, para simplificar la ejecución de las instalaciones y las medidas de aislamiento acústico.

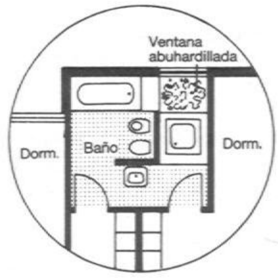
Por motivos de confort, la temperatura en el interior de los baños debería estar comprendida entre +22 °C y +24 °C; en los aseos de viviendas +20 °C y en los aseos de edificios no destinados a residencia (por ejemplo, administrativos) +15 °C. Los baños son cuartos con una humedad especialmente elevada por tanto se deben prever las correspondientes medidas de estanqueidad.

Debido al elevado grado de humedad y a la condensación del vapor de agua, las superficies han de ser fáciles de limpiar. El acabado de las paredes y el techo han de poder absorber y liberar suficiente humedad del agua. Los revestimientos del suelo han de ser antideslizantes.

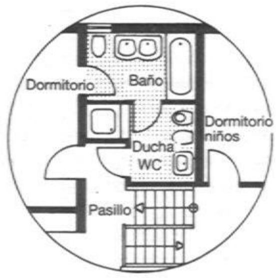
Respecto al aislamiento acústico, se ha de respetar la norma DIN 4109. Según ésta, la intensidad de los ruidos provocados por las instalaciones domésticas, que llegan a los dormitorios y zonas de estar, no puede superar los 35 dB (A).

Se ha de colocar al menos una toma de corriente para aparatos eléctricos, con la correspondiente protección, junto al espejo a una altura de 1,30 m.

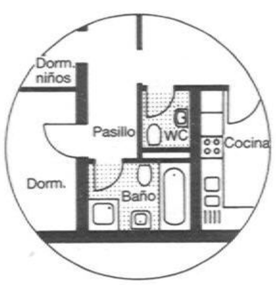
En los baños y aseos se debería pensar también en lo siguiente: armarios para toallas y productos de limpieza, espejo e iluminación, calentador de agua, botiquín, toallero, secador, barra de apoyo encima de la bañera, soporte de papel higiénico, vasos para los cepillos de dientes, recipientes para el jabón.



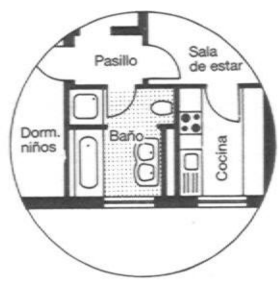
① Baño debajo de la cubierta con ventana abuhardillada



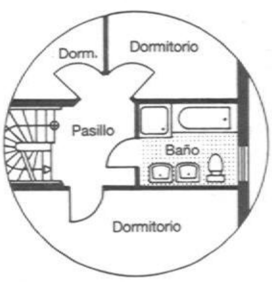
② Baño accesible desde el dormitorio y a través de la ducha/WC



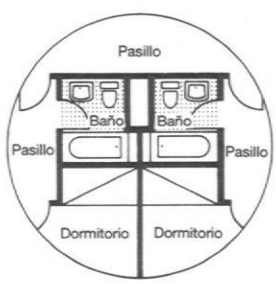
③ Baño interior



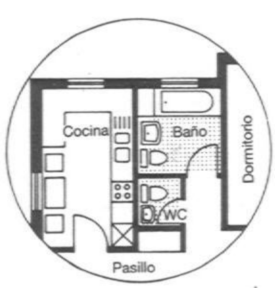
④ Cocina y baño compartiendo la misma pared de instalaciones



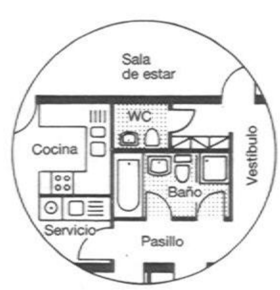
⑤ Típico baño de las viviendas en hilera



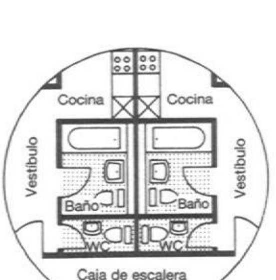
⑥ Típica planta de hotel, «Hotel Nassauer Hof», Wiesbaden, arq.: Neufert



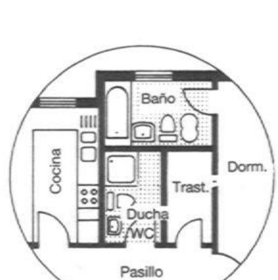
⑦ Cocina, baño y WC en una pared de instalaciones



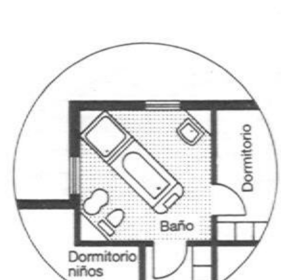
⑧ Cocina, cuarto de servicio, baño y WC interiores



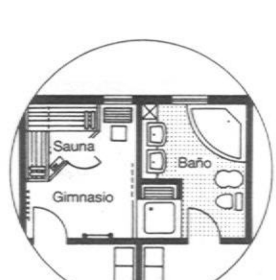
⑨ Cocina, baño y WC en una pared de instalaciones



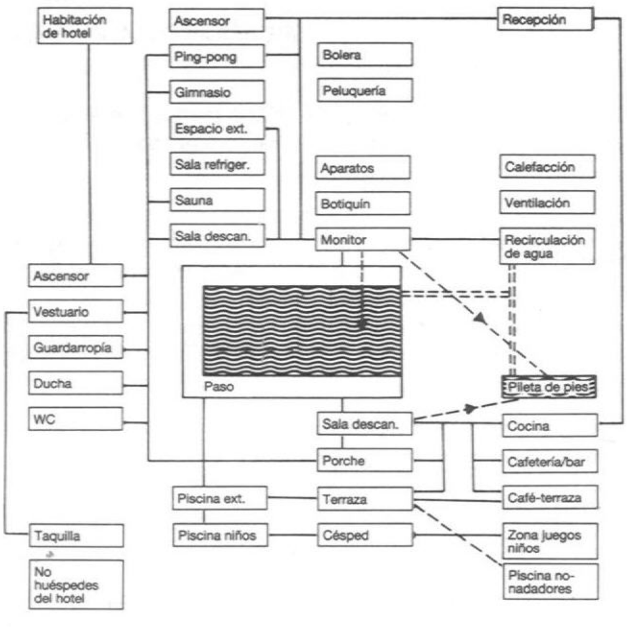
⑩ Baño accesible desde el dormitorio



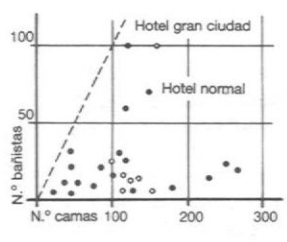
⑪ Baño amplio



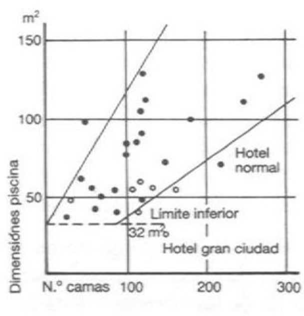
⑫ Baño y sauna (conexión a través de la ducha)



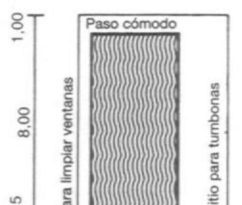
(1) Relaciones funcionales en una piscina cubierta



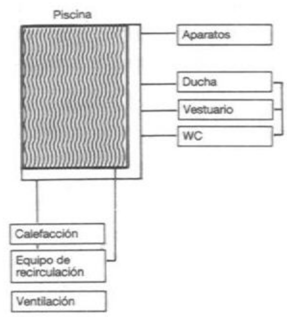
(2) Número máximo de bañistas



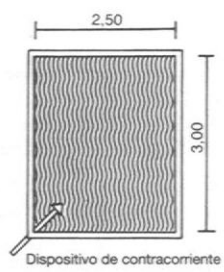
(3) Piscinas de hoteles en Alemania
Medidas fijadas arbitrariamente



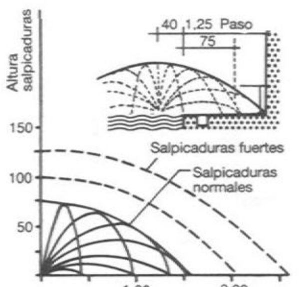
(4) Dimensiones usuales de una piscina pequeña cubierta



(5) Relaciones funcionales de la piscina en una vivienda unifamiliar



(6) Piscina mínima



(7) Alcance de las salpicaduras desde el origen

PISCINAS CUBIERTAS PRIVADAS

→ 🕮

Es imprescindible que tengan un carácter de tiempo libre: mucha luz y ventanas abiertas al jardín. ¡Las piscinas en espacios sin aberturas dejan de utilizarse al cabo de poco tiempo!
Generalmente: agua 26–27 °C, aire 30–31 °C y 60–70 % de humedad relativa; máxima velocidad del aire 0,25 m/s. Cantidad de vapor de agua 16 g/m³h (en reposo), como máximo 204 g/m³h (en utilización). Problema principal de la humedad del aire: de la piscina se evapora agua hasta alcanzar el punto de saturación → p. 227 (11) – (15). En estado de reposo el límite de evaporación ya se alcanza con valores relativamente bajos, mientras la capa de aire saturada de vapor de agua permanezca encima de la lámina superior de agua de la piscina, por ello no debe ventilarse «soplando»; la desecación de la nave por ventilación (imprescindible, véase más abajo) es cara, debido a la elevada humedad del agua, hasta más del 70 %, ¡cualquier puente térmico provoca al cabo de poco tiempo daños constructivos! Bibliografía especializada → 🕮. Tipo constructivo más usual: piscina cubierta de «invierno» con aislamiento térmico ($k_m \leqq 0{,}73$). Menos frecuentes son las piscinas cubiertas de «verano», sin aislamiento térmico; las cubiertas desmontables o parcialmente desplazables permiten descubrir la piscina, aunque sea por poco tiempo, cuando hace buen tiempo y utilizarla como piscina al aire libre (piscina utilizable con cualquier tiempo), aunque es una solución problemática debido a los puentes térmicos.

Tamaño mínimo de las piscinas → (6); en el ámbito de la piscina (incluso cuando sea anexa a un edificio) es imprescindible que exista WC, ducha y espacio para 2 tumbonas. La anchura del paso perimetral → p. 227 depende del tipo de superficie de las paredes (altura de las salpicaduras → (7)); es imprescindible prever un pasillo perimetral de instalaciones alrededor de la piscina para poder reparar eventuales filtraciones de la piscina y los conductos de las instalaciones y para poder colocar los conductos de ventilación → p. 227.

Relaciones: a) con el jardín (la piscina cubierta ideal está conectada con otra al aire libre), b) con el dormitorio principal (eventualmente con el baño), y c) con la sala de estar. Cuarto de máquinas: superficie $\geqq 10\ m^2$, conectado con el cuarto de la calefacción.

Espacios adicionales: espacio para estar, bar, cocina, masaje, sauna (sauna, sala de refrigeración del agua, espacio al aire libre, cuarto de descanso) → (1), Hot-Whirl-Pool (masaje, 40 °C).

Equipo técnico: tratamiento del agua con filtro, dosificador de desinfectante, descalcificador (a partir de una dureza del agua superior a 7° dH) y rociador de protección contra los hongos de los pies (especialmente si se coloca una moqueta alrededor de la piscina); acondicionamiento del aire mediante ventilación directa o indirecta → p. 227, con conductos en el suelo y en el techo o simplemente mediante ventiladores y extractores (velocidad demasiado elevada del aire, peligro de enfriamiento); calefacción mediante radiadores, convectores o por aire caliente en combinación con la instalación de aire acondicionado, calefacción en el suelo como medida de confort adicional, sólo tiene sentido si el aislamiento térmico del suelo es superior a 0,7, o la temperatura del aire es inferior a 29 °C. Se puede ahorrar energía colocando una bomba de calor (la rentabilidad depende del precio de la corriente eléctrica) o un intercambiador de calor en la instalación de aire acondicionado, cubriendo la superficie de la piscina (sólo si la temperatura del aire es inferior a 29 °C, o aumentando la temperatura del aire (regulación de la temperatura mediante un hidrostato). Se puede llegar a ahorrar hasta un 30 % del consumo total.

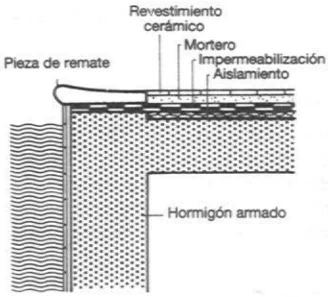
Equipo adicional: escalera, proyectores sumergidos (estancos), tobogán, solarium, los trampolines requieren una determinada profundidad de la piscina y altura de la nave → p. 470. Es importante la protección de los rayos solares y el aislamiento acústico (techo acústico, amortiguador acústico para la instalación de aire acondicionado y aislamiento de la piscina contra los ruidos de impacto).

Pormenores técnicos:
En principio sólo deben utilizarse materiales resistentes a la corrosión: acero galvanizado, aluminio resistente al agua salada, madera barnizada, ¡nada de yeso!
La normativa de aislamiento técnico no estipula ningún requisito mínimo (anteriormente, $k \leqq 0{,}85\ W/m^2K$ máx.). La colocación de vidrio doble con cámara ($k = 1{,}4$) evita la condensación de agua en la superficie.

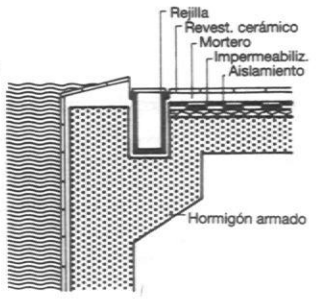
PISCINAS CUBIERTAS PRIVADAS

→ 🕮

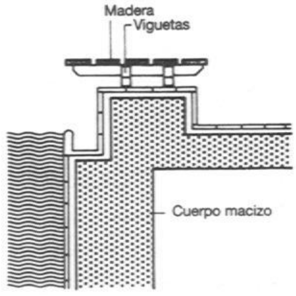
Las piscinas suelen construirse con hormigón armado. Las piscinas levantadas sobre muros de ladrillo perforado apenas cuestan más que las completamente enterradas en el terreno, ya que las instalaciones son considerablemente más baratas.
Las juntas de dilatación no son necesarias para longitudes inferiores a 12 m.
Es importante una válvula capaz de equilibrar la presión hidrostática del subsuelo para evitar la ruptura.
Revestimiento: mosaico vidriado o simplemente pintura (sobre hormigón impermeabilizado) o poliéster, lámina de PVC al menos de 1,5 mm de espesor (impermeabilización).
Es preferible construir un canalón de recogida de aguas en el perímetro de la piscina.
Se necesita una arqueta de nivelación; elevada → (5), (3), o al mismo nivel → (2), (4), pero sólo es necesario a un lado debido a la falta de presión hidrostática en el ámbito perimetral.
Deben colocarse sumideros en el fondo y prever proyectores estancos sumergidos.
Piscinas de material sintético sólo en casos excepcionales, debido a la necesidad de construir un paso perimetral subterráneo o adoptar medidas especiales de protección → (7).
Revestimiento más usual del suelo: materiales cerámicos, piedra natural (pendiente hacia los sumideros), moquetas permeables (no es necesario colocar un aislamiento acústico).
Prever desagües y un rociador higiénico contra los hongos de los pies debajo del revestimiento.
No tiene sentido instalar una calefacción en el suelo, cuando la temperatura del aire es superior a 29 °C y existe un buen aislamiento en el suelo.
Cubierta → P. 77–79.
Pared → P. 114: material de las superficies: estanco a la humedad y resistente a las salpicaduras.
Instalación de aire acondicionado imprescindible → (13), (14).
Piscinas de hotel: por lo general basta que tengan una superficie de 60 m², excepción: utilización masiva en determinados momentos y hoteles en estaciones de deportes de invierno.
Es imprescindible que cuenten con superficies para colocar tumbonas, bar, aparatos de gimnasia, sauna, conexión directa entre las habitaciones del hotel y la piscina cubierta (ascensor, escalera especial), pocas cabinas de vestuario, pero taquillas para guardar la ropa bajo llave.
Generalmente suele ser obligatoria la presencia de un monitor (considerar la normativa local).
Intentar enlazar, con un canal, la piscina cubierta con la existente al aire libre para los meses de verano.
Piscinas de comunidades de propietarios, generalmente sin monitor; principal dificultad: reparto gastos de mantenimiento y limpieza, cuando la comparten más de 60 a 80 viviendas, su utilización es mínima pasados los primeros meses.



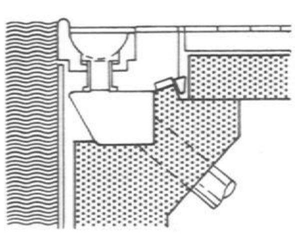
(1) Piscina con revestimiento cerámico, sin rebosadero



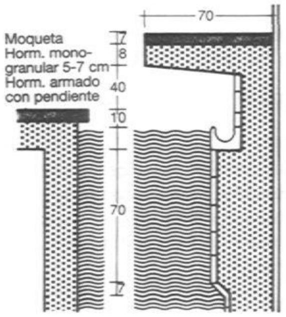
(2) Canalón perimetral cubierto



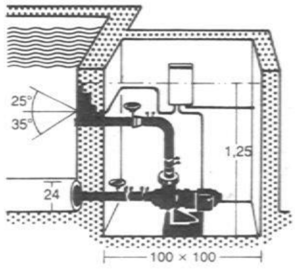
(3) Piscina maciza con banco perimetral de madera, por lo demás igual que → (5)



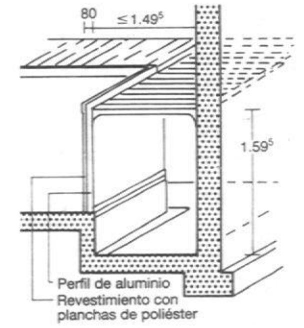
(4) Solución con piezas prefabricadas de canalón perimetral; número y dimensión de los bajantes según la capacidad de la piscina



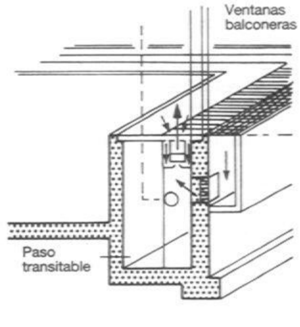
(5) Perímetro elevado unos 10 cm sobre la piscina y recubierto con moqueta permeable



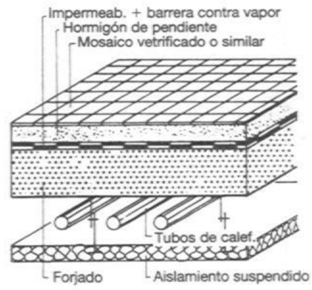
(6) Instalación de contracorriente, dimensiones



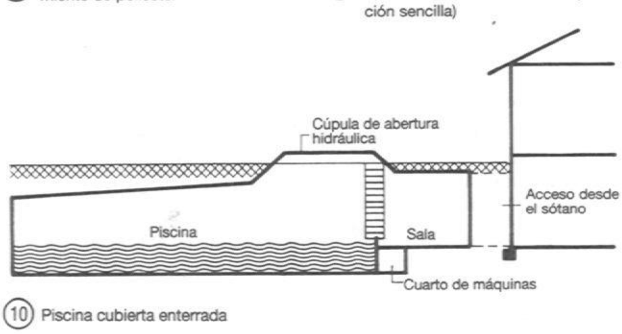
(7) Piscina de aluminio con revestimiento de poliéster



(8) Ventilación a través de una válvula de accionamiento eléctrico (solución sencilla)



(9) Calefacción suspendida del suelo: sencilla, económica y controlable

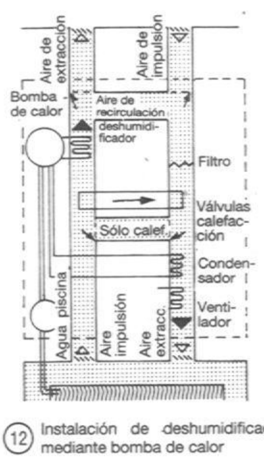


(10) Piscina cubierta enterrada

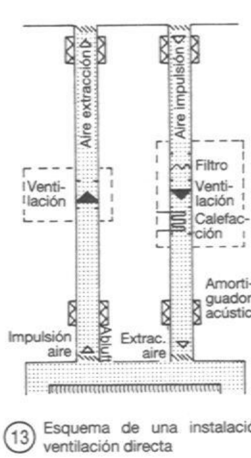
	Humedad relativa del aire 50%	60%			70%
	Temperatura del aire 28°C	26°C	28°C	30°C	28°C
24°C R	21	13	0	–[1]	0
24°C M	219	193	143	–[1]	67
26°C R	48	53	21	2	0
26°C M	294	269	218	163	143
28°C R	96	104	66	31	36
28°C M	378	353	302	247	227
30°C R	157	145	123	81	89
30°C M	471	446	395	339	320

[1] no puede mantenerse una diferencia de temperatura mayor a 4 °K

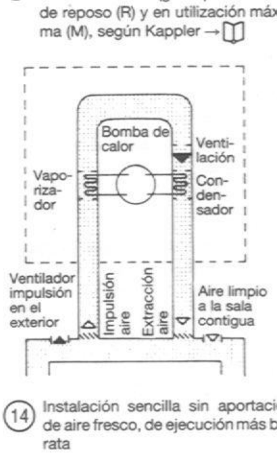
(11) Evaporación específica en las piscinas cubiertas (g/m²h) en estado de reposo (R) y en utilización máxima (M), según Kappler → 🕮



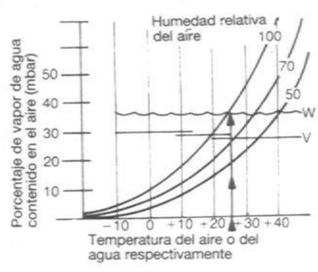
(12) Instalación de deshumidificación mediante bomba de calor



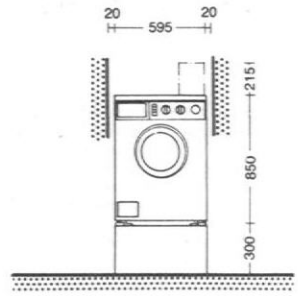
(13) Esquema de una instalación de ventilación directa



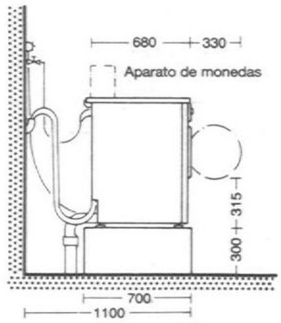
(14) Instalación sencilla sin aportación de aire fresco, de ejecución más barata



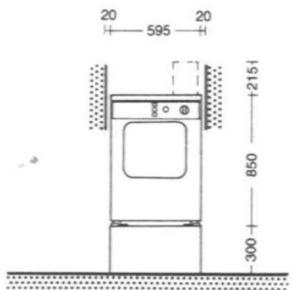
(15) En las piscinas cubiertas se emplea como límite de condensación la línea superior, secuencia de líneas: estado de reposo, por ejemplo: temperatura del agua t_a: 27 °C, límite de condensación a 36 mbar (≙ 30 °C/84 % HR); a 28 mbar —estado de reposo— (≙ 30 °C/65 % HR)



(1) Lavadora automática



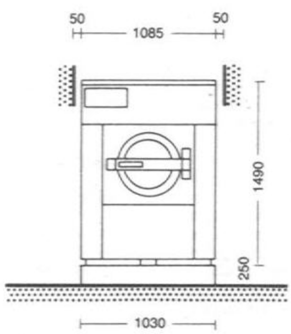
(2) Alzado lateral



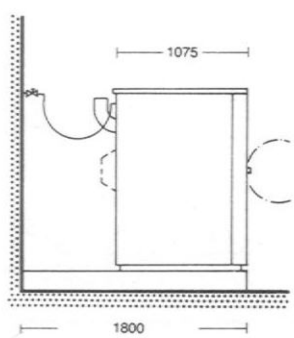
(3) Secadora automática



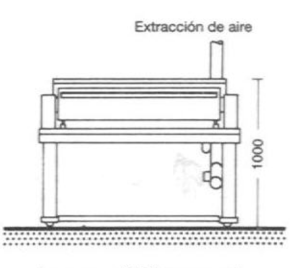
(4) Alzado lateral → (3)



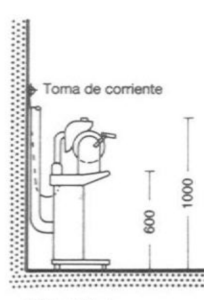
(5) Lavadora industrial



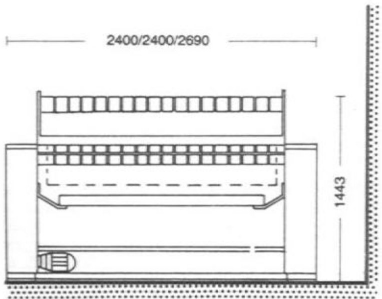
(6) Alzado lateral → (5)



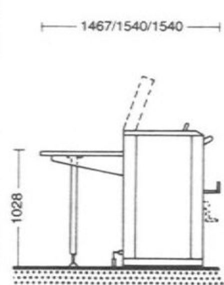
(7) Planchadora



(8) Alzado lateral → (7)



(9) Planchadora industrial → (10)



(10) Alzado lateral

Ropa sucia en kg de ropa seca/semana:

Viviendas: aprox. 3 kg/persona (ropa doméstica 40 %)
Hoteles: aprox. 20 kg/cama (cambio diario de sábanas y toallas)
aprox. 12–15 kg/cama (4 cambios de ropa por semana)
aprox. 8–10 kg/cama (2–3 cambios de ropa/semana)
aprox. 5 kg/cama (hoteles turísticos) (1 cambio de ropa por semana)

Los valores citados incluyen la mantelería del restaurante.

Pensiones: aprox. 3 kg/cama

Restaurantes: aprox. 1,5-3 kg/plaza

En hoteles, pensiones y restaurantes el porcentaje de ropa doméstica es de aprox. 75 %.

Residencias de ancianos: residencias: aprox. 3 kg/cama
cuidados especiales: aprox. 8 kg/cama
cuidados intensivos: aprox. 25 kg/cama
Residencias de niños: aprox. 4 kg/cama
Residencias de bebés: aprox. 10–12 kg/cama
Residencias de cuidados especiales: aprox. 4 kg/cama
Residencias de cuidados especiales (incontinentes): aprox. 25 kg/cama

En las residencias citadas, el porcentaje de ropa doméstica es aprox. del 60 %.

Clínicas, hospitales (de hasta 200 camas):
Hospitales generales: aprox. 12–15 kg/cama
Hospitales de maternidad: aprox. 16 kg/cama
Hospitales infantiles: aprox. 18 kg/cama

En los hospitales el porcentaje de ropa doméstica es aprox. del 70 %.
Personal médico y enfermeras: aprox. 3,5 Kg/cama

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{\text{cantidad de ropa/semana}}{\text{días de lavado/sem.} \times \text{lavados/día}}$$

Ejemplos de cálculo

1) Hotel con 80 camas; ocupación 60 % = 48 camas
4 cambios sábanas/semana; diariamente = aprox. 12 kg/cama
48 camas a 12 kg/ropa = 576 kg/semana
ropa de cocina y mantelería 74 kg/semana
650 kg/semana

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{650 \text{ kg}}{5 \times 7} = 18{,}6 \text{ kg/lavado}$$

2) Hotel con 150 camas; ocupación 60 % = 90 camas cambio diario de sábanas; diariamente = aprox. 20 kg/cama
90 camas a 20 kg/ropa = 1800 kg/semana
ropa de cocina y mantelería 200 kg/semana
2000 kg/semana

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{2.000 \text{ kg}}{5 \times 7} = 57{,}1 \text{ kg/lavado}$$

3) Residencias de ancianos; 50 camas de residencia; 70 camas de cuidados especiales
70 camas de cuidados especiales a 12 kg ropa = 840 kg/semana (infecciosa)

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{840 \text{ kg}}{5 \times 5} = 33{,}6 \text{ kg/lavado}$$

50 camas de residencia a 3 kg/ropa = 150 kg/sem.
ropa de cocina y mantelería 100 kg/sem.
250 kg/sem.
(no infecciosa)

$$\text{capacidad de lavado} = \frac{250 \text{ kg}}{5 \times 6} = 8{,}3 \text{ kg/lavado}$$

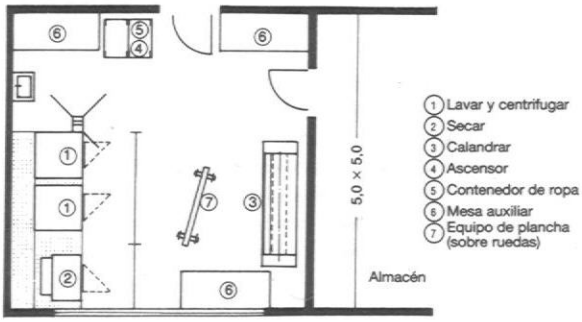
LAVANDERÍAS

→ 📖

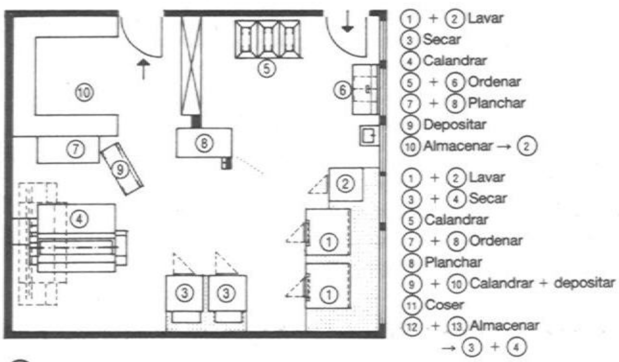
Las lavanderías para la ropa de hospitales se han de dividir en una zona limpia y otra sucia → ④ – ⑥ + ⑧. En la zona sucia, las superficies se han de poder limpiar y desinfectar sin que molesten los aparatos instalados.

Los pasos entre la zona sucia y la zona limpia se han de realizar en forma de esclusas y han de estar equipadas con un dispositivo para desinfectarse las manos y un depósito para guardar la ropa de protección.

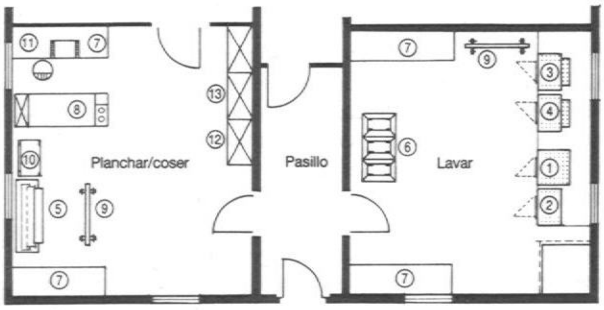
Las puertas para las esclusas de personas han de estar montadas de manera que sólo se pueda abrir una de ellas a la vez → ⑤.



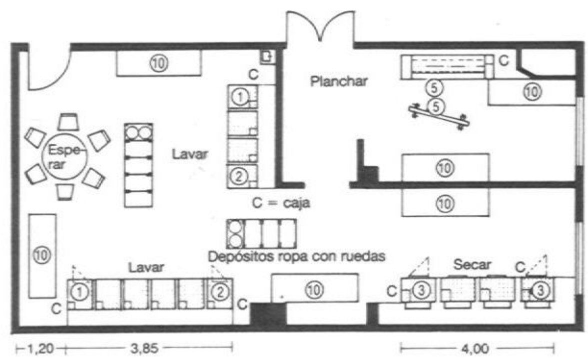
① Pequeña lavandería para hotel



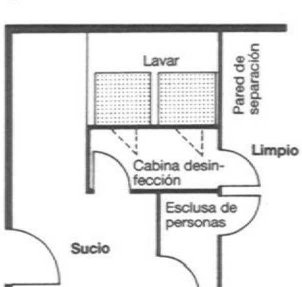
② Lavandería de tamaño medio



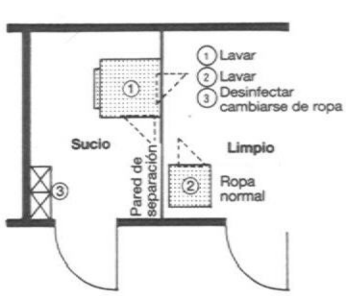
③ En dos salas separadas



④ Autolavandería



⑤ Lavadoras de una puerta en cabina de desinfección

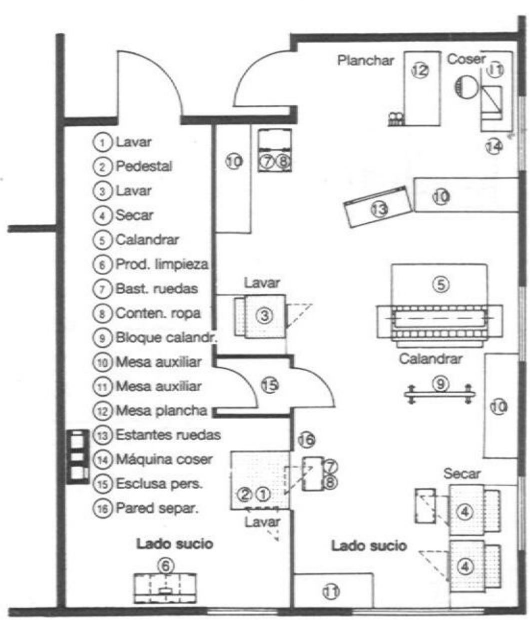


⑥ Lavar en salas separadas

Ropa de caballeros		Peso g
Camisa		170
Camiseta	Ligera	100
	Gruesa	150
Calzoncillos	Cortos	75
	Largos	180
Pijama		450
Pañuelo		20
Calcetines (pareja)		70
Ropa de señoras		
Blusa		140
Ropa interior		140
Faja		75
Camisón		350
Salto de cama		170
Pañuelo		10
Delantal		170
Bata		130
Ropa de niños (pequeños)		
Vestido		110
Ropa interior		80
Jersey		75
Babero		25
Pañuelo		15
Calcetines (pareja)		70
Medias		100

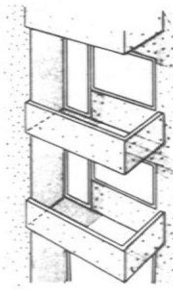
Ropa de baño		Peso g
Albornoz		900
Toalla	100 × 200	800
Toalla de baño	67 × 140	400
Toalla de manos	50 × 100	200
Bañador		100
Traje de baño	De una pieza	260
	De dos piez.	200
Ropa de cama		
Cubrecama	160 × 200	850
Sábana	150 × 250	670
Colcha	140 × 230	600
Funda de almohada	80 × 80	200
Mantelería		
Mantel pequeño	125 × 160	370
Mantel grande	125 × 400	1000
Servilleta grande	70 × 70	80
Servilleta pequeña	40 × 60	100
Trapo de cocina	60 × 60	100
Ropa de trabajo		
Traje de trabajo		1200
Mono		800
Delantal		200
Bata de caballero		500
Bata de señora		400

⑦ Peso medio de la ropa

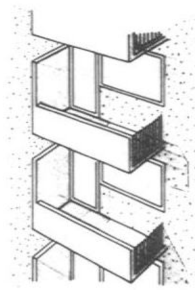


⑧ Lavandería de una residencia

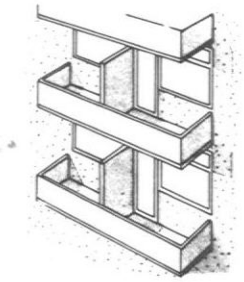
Lavanderías comunitarias



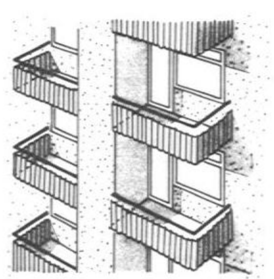
① Balcón en esquina



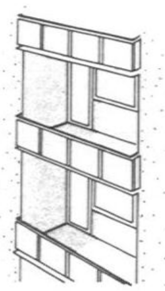
② Balcón exento con paramento vertical de protección visual y contra el viento



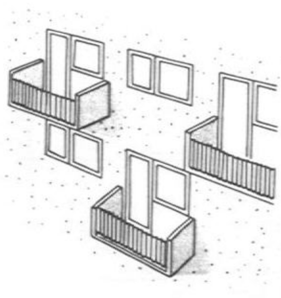
③ Balcones pareados con paramento de separación (protección contra el viento)



④ Balcones separados por un cuerpo saliente (trastero para el mobiliario de la terraza)



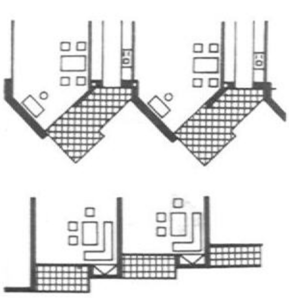
⑤ Balcón rehundido (porche)



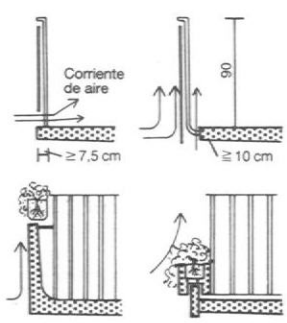
⑥ Balcones alternados

Los balcones y terrazas aumentan el valor de la vivienda, al ampliar su superficie con una zona al aire libre.
Para descansar, dormir, leer, comer y zona de juegos para los niños. A la profundidad mínima funcional, se le ha de sumar un espacio para colocar jardineras → ⑧ + ⑭.
Los balcones en esquina poseen mayor protección visual y contra el viento, son más confortables que los balcones abiertos por los tres lados → ①.
Por ello, los balcones exentos se han de proteger frente al viento dominante → ②.
Los balcones agrupados de los de edificios de viviendas de alquiler se han de proteger visualmente (= protección contra el viento) → ③, preferiblemente mediante un cuerpo saliente, por ejemplo, que pueda utilizarse como lugar para guardar los muebles de la terraza (tumbonas, sombrillas, etc.) → ④, ⑫.
Los porches, justificados en los países meridionales, no tienen sentido en los países del norte. Apenas reciben sol y su superficie exterior enfría el resto de la vivienda → ⑤. Los balcones alternados pueden aligerar ópticamente la fachada, aunque es más difícil darles la suficiente protección visual, eólica y solar → ⑥. En cambio, los balcones desplazados en planta ofrecen un elevado grado de protección visual y contra el viento → ⑦.

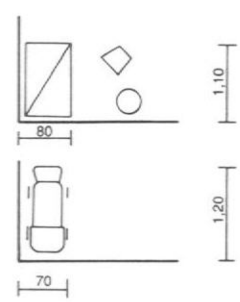
Al proyectar se ha de tener en cuenta:
La buena orientación respecto al sol y las vistas. La correcta situación respecto a las viviendas y edificios vecinos. La relación funcional con las zonas colindantes de la vivienda. El tamaño adecuado y la protección frente a vistas, ruidos e inclemencias climáticas (viento, lluvia, radiación solar excesiva).
Como material para las barandillas se puede emplear vidrio opaco, materiales sintéticos, entramado de madera o de metal bien anclado en la obra de fábrica. ¡Los enrejados deberían ser de perfiles verticales, ya que por los horizontales pueden trepar los niños!, aunque los inquilinos, debido a su elevado grado de transparencia, suelen cubrirlos con cualquier tipo de material.
En el espacio entre la losa de hormigón y la barandilla aparecen corrientes de aire → ⑧, por lo que es mejor construir un antepecho macizo, aunque de altura baja, para evitar el carácter de depósito, colocando encima suyo un tubo de acero horizontal a la altura adecuada (≧ 900 mm) o una jardinera → ⑧.



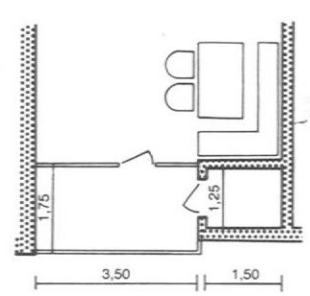
⑦ Balcones desplazados en planta



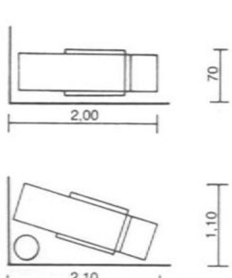
⑧ Diferentes soluciones de barandilla



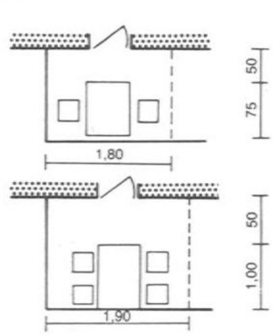
⑪ Cuna y cochecito de niño



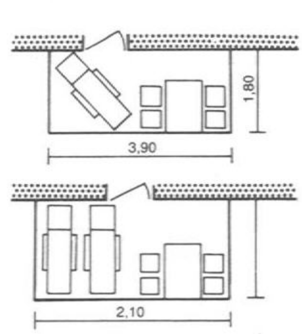
⑫ Balcón con trastero para mobiliario de terraza



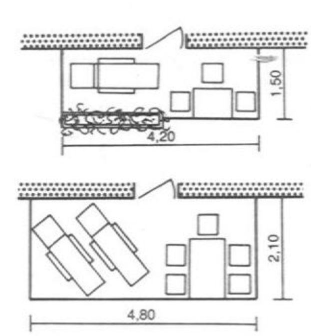
⑨ Tumbonas



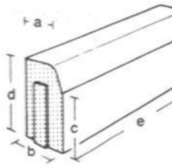
⑩ Mesa y sillas



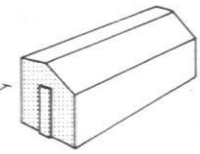
⑬ 7,0 m² de balcón para 3-4 personas; 9,0 m² para 5-6 personas



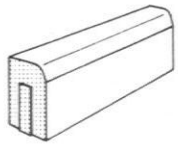
⑭ 6,0 m² de balcón para 1-2 personas; 10,0 m² para 3-4 personas



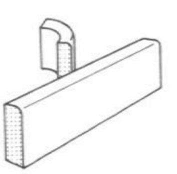
(1) Bordillo alto



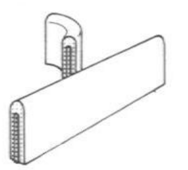
(2) Bordillo plano



(3) Bordillo curvo



(4) Encintado de césped

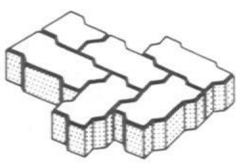


(5) Encintado de parterres

		a	b	c	d	e
Pieza de bordillo alto	(1)	12	15	25	13	(100 / 50)
Pieza de bordillo plano	(2)	7 15	12 18	20 19	15 13	100 50
Pieza de bordillo curvo	(3)	9	15	22	15	100 50
Pieza de delimitación césped	(4)	– –	8 8	– –	20 25	(100 / 50)
Pieza de delimitación parterre	(5)	–	6	–	30	100

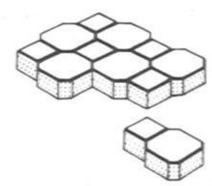
DIN 483 → P. 200

Pavimento: para calles, plazas, caminos, delimitar parterres y taludes ajardinados. Espesor de la piedra: 6, 8 y 10 cm. Dimensiones de la anchura y longitud: 22,5/11,25; 20/10; 10/10; 12/6, etc.
Con ello se adaptan a las medidas normalizadas de las calles → (6) – (12).
Adecuar la resistencia de la capa inferior (grava, cascotes de diámetro 0–35 mm) como filtro o capa portante a la carga de tráfico prevista. Si el estrato de apoyo del suelo posee suficiente resistencia, la capa portante ha de tener un espesor de 15 a 25 cm. Lecho de arena de 4 cm de espesor o gravilla de 2–8 mm. Tras compactar el recubrimiento, su espesor se reduce en unos 3 cm. Adoquines trapezoidales para formar curvas → (13), adoquines para plantar césped → (11), adecuados para aparcamientos, caminos de acceso de bomberos, afianzamiento de taludes, caminos de acceso en terrenos inundables. Sembrado de césped especial para conseguir una vegetación estable.
Adoquines cilíndricos de hormigón → (14) – (16) para delimitar superficies ajardinadas, realizar cambios de nivel y afianzar pequeños taludes → (17). También pueden ser de madera impregnada.



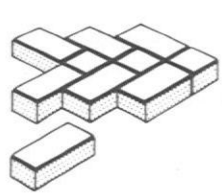
Altura cm	Anchura cm	Longitud cm	Piezas/m²
6	11,25	22,5	39
8	11,25	22,5	39
10	11,25	22,5	39

(6) Piezas machihembradas



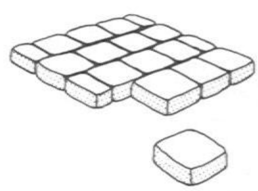
Altura cm	Anchura cm	Longitud cm	Piezas/m²
6	14/9	23	38
8	14/9	23	38

(7) Piezas machihembradas de ornamentación



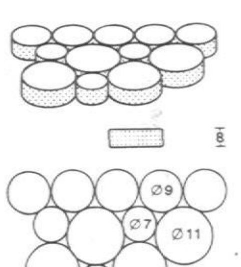
Altura cm	Anchura cm	Longitud cm	Piezas/m²
6	10	10; 20	48; 96
8	10	10; 20	48; 96

(8) Adoquines modulados

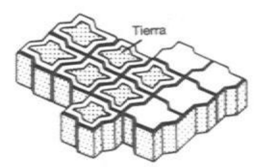


Altura cm	Anchura cm	Longitud cm	Piezas/m²
8	7	21	68
8	14	14; 21	51; 34

(9) Adoquines rústicos

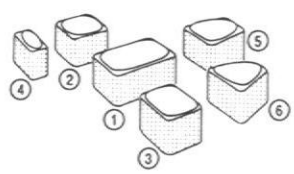


(10) Losetas redondas



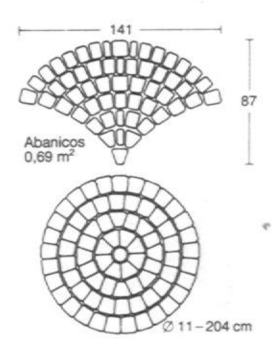
Altura cm	Anchura cm	Longitud cm	Piezas m²
10	33	16,5	18
10	33	33	12
Piezas macizas con las mismas dimensiones			

(11) Adoquines para plantar césped

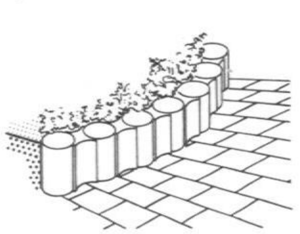


Adoquín	1 1/2 (1)	Normal (2)	3/4 (3)	1/2 (4)	Trapezoidal –1 (5)	Trapezoidal –2 (6)
Altura	8	8	8	8	8	8
Anch.	12	12	9	6	8/11	5/13
Long.	18	12	12	12	12	12
Unid./m²	46	69	92	139	87	92

(12) Adoquines de hormigón → (13)

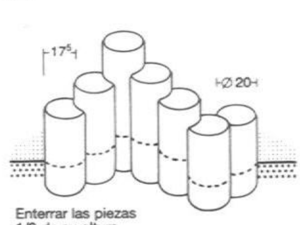


(13) Círculo → (12)



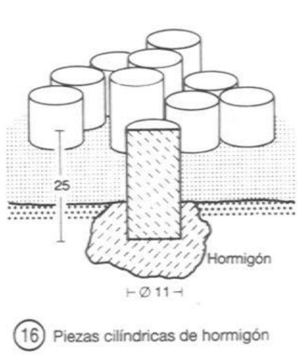
Altura cm	Anchura cm	Longitud cm	Piezas/m²
40	9	12,5	8

(14) Empalizadas de hormigón

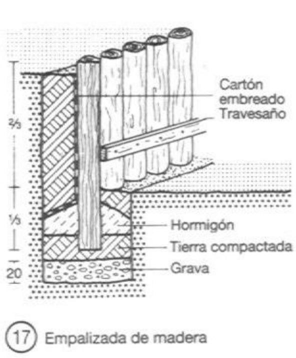


Altura cm	40; 60; 80; 100;
	120; 150; 180; 200

(15) Empalizadas machihembradas

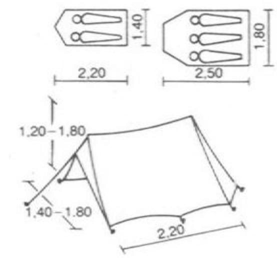


(16) Piezas cilíndricas de hormigón



(17) Empalizada de madera

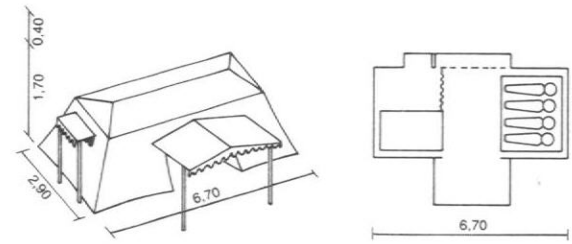
Tiendas de campaña



(1) Pequeña tienda con ábside

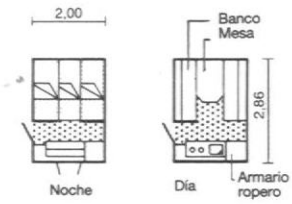


(2) Tienda de campaña mediana con tienda interior, 2 ábsides y marquesina

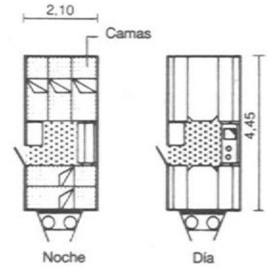


(3) Tienda de campaña grande con paredes laterales altas, tiendas interiores, marquesina y ventana

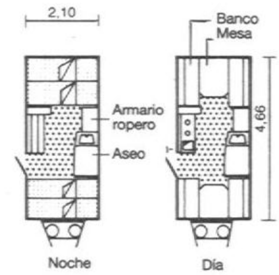
Caravanas



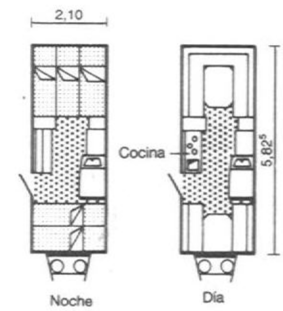
(4) Coche-vivienda con 3 camas y cocina



(5) Con 5 camas



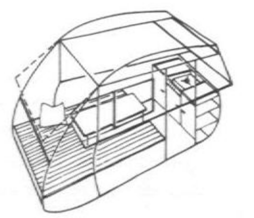
(6) Con 4 camas, aseo y puerta corredera



(7) Con 5 camas, aseo y puerta corredera



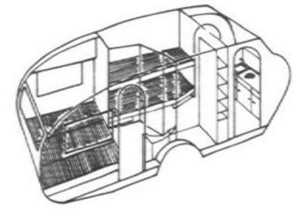
(8) Caravana con espacio para cocinar, sentarse, dormir y maletero



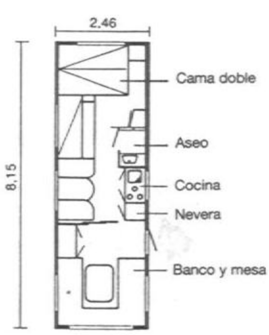
(9) Vista perspectiva de → (8); durante la noche 3.ª cama en el lugar de la mesa



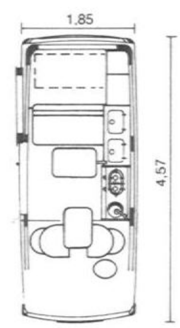
(10) Caravana con espacio para cocinar, comer y vivir



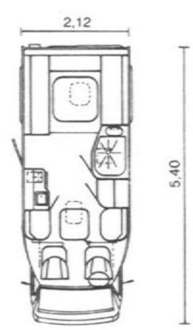
(11) La misma caravana organizada para dormir (5 plazas)



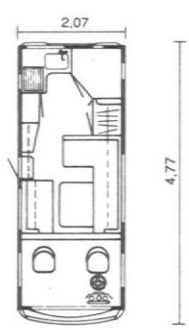
(12) Gran caravana. Espacio para que duerman de 8 a 9 personas



(13) Camping-bus «Westfalia Joker 1/Club Joker 1»



(14) Camping-bus «Tischer XL65»

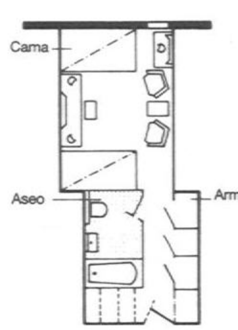


(15) Camping-bus «Lyding ROG2»

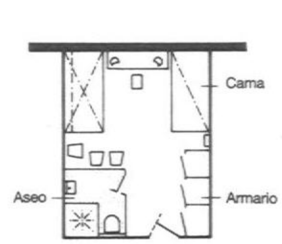
Camarotes de barco



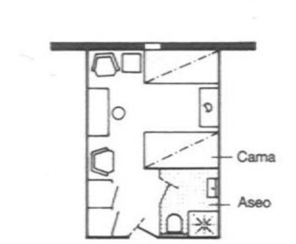
(16) Cabina con cama de matrimonio y aseo



(17) Cabina doble con dos camas abajo y aseo



(18) Cabina con dos camas abajo, una arriba, y aseo con ducha

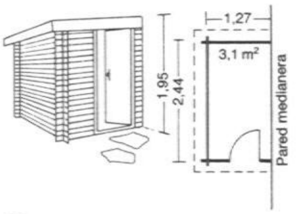


(19) Cabina doble con dos camas abajo y aseo con ducha

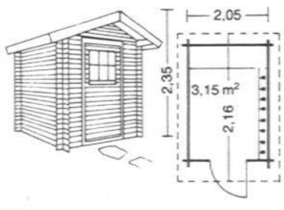
CASAS DE VACACIONES

CASAS EN JARDINES

La mejor orientación para las casas de vacaciones situadas en la montaña es protegidas contra los vientos de poniente y abiertas hacia el este (sol por la mañana). Casas para los deportes de invierno protegidas contra los vientos de levante y abiertas hacia el sur, esto también es válido para las casas situadas junto al mar. A ser posible, en la construcción deberían emplearse materiales orgánicos locales (piedra natural, madera). Ventanas y puertas acristaladas con persianas arrollables por motivos de seguridad contra el robo. Al adquirir un solar se ha de tener en cuenta: el suministro de agua potable, las posibilidades de desagüe, los accesos rodados, las posibilidades de calefacción, el aparcamiento de vehículos.



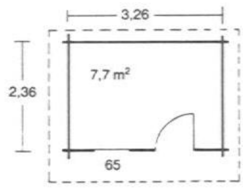
(1) Casa anexa en el jardín



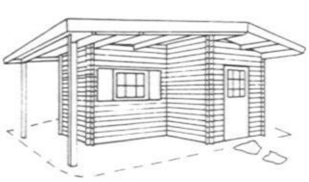
(2) Pequeña casa de jardín



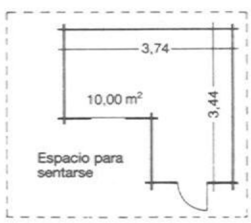
(3) Casa de jardín con marquesina



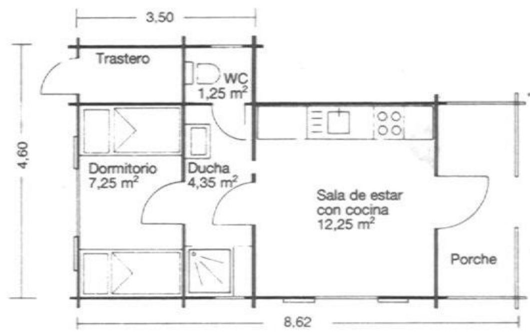
(4) Planta → (3)



(5) Casa de madera con porche



(6) Planta → (5)

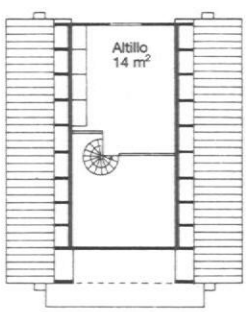


(7) Casa modular de madera

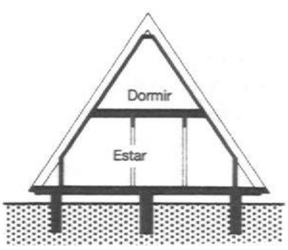


Arqs.: Immich/Ervenich

(8) Planta → (9) – (11)
Superficie 42 m²



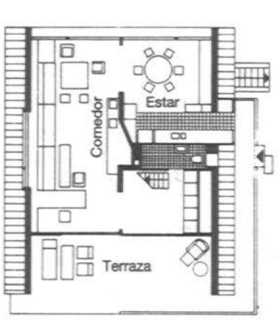
(9) Planta piso



(10) Sección → (11)



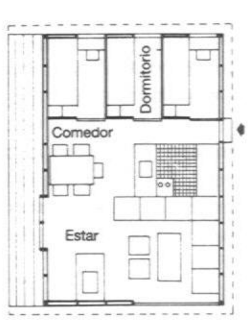
(11) Alzado → (8) – (9)



(12) Casa de vacaciones en el Mar del Norte → (13)



(13) Planta piso → (12) Arq.: Hagen



(14) Casa de fin de semana
Arq.: Solvsten



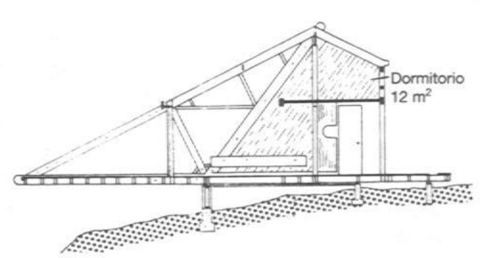
(15) Casa de vacaciones en Bornholm (Alemania) Arq.: Jensen



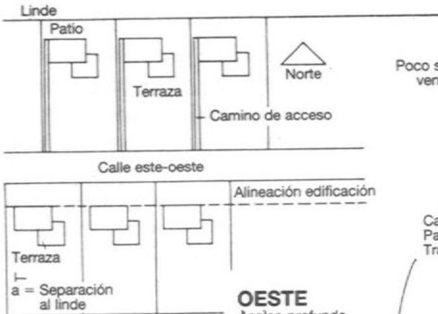
(16) Casa de vacaciones en Bélgica
Arq.: Profesor Cosse



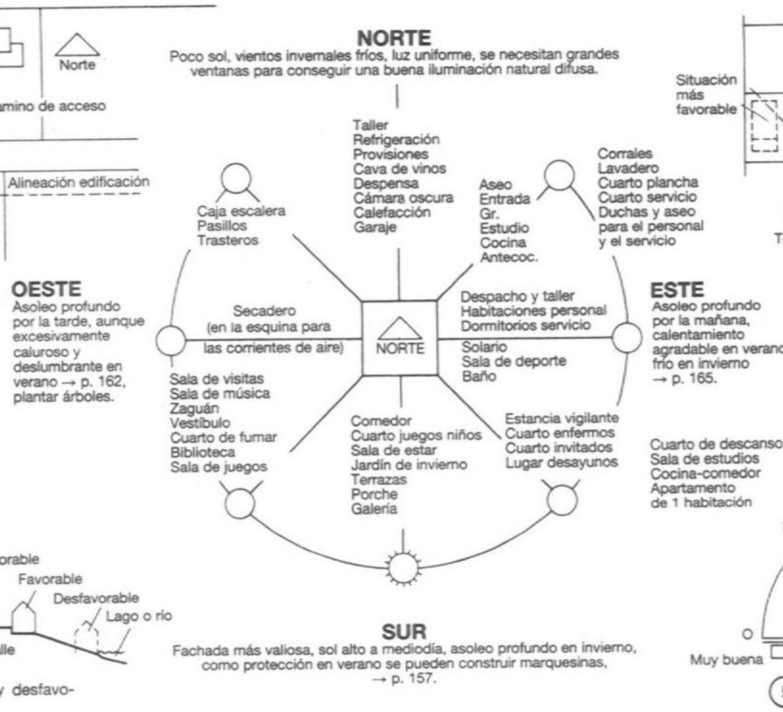
(17) Casa de fin de semana de madera → (18)
para 4 personas en USA



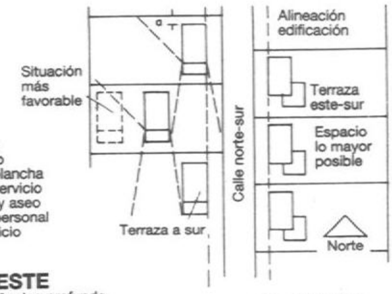
(18) Sección → (17) Arq.: H. Lowett



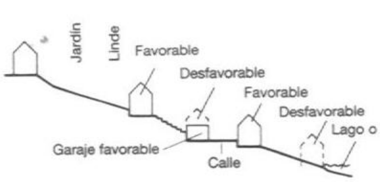
① Orientación favorable viviendas junto a calles este-oeste



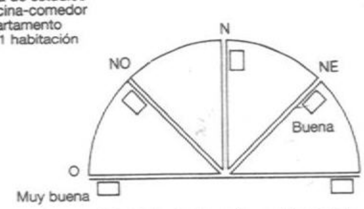
③ Orientación favorable de habitaciones y zonas de la vivienda



② Situación favorable viviendas junto a calle norte–sur. El lado este de la calle es el más favorable



④ Situaciones favorables y desfavorables en laderas



⑤ Orientaciones favorables según la dirección de la calle

Solares más adecuados para construir viviendas
En Alemania, los terrenos más favorables para construir viviendas se encuentran al oeste y al sur de las ciudades, ya que el viento suele soplar entre el sur y poniente trayendo aire fresco del campo y llevando el humo y la contaminación urbana hacia el norte y el este. En estas zonas deberían construirse preferiblemente polígonos industriales. En las regiones montañosas o marítimas, puede suceder a la inversa, y que las laderas soleadas de una ciudad situada en un valle sean las orientadas a sudeste o noroeste y por tanto los lugares más buscados para construir viviendas unifamiliares.

Solares en ladera
Los solares situados por debajo de una carretera son especialmente favorables. Se puede llegar en coche hasta la casa, el garaje puede construirse directamente al lado de la casa y el agua de la montaña queda cortada por la cuneta de la carretera. El jardín orientado hacia el valle y el lado soleado queda rodeado por otros jardines → ④. En las casas situadas encima de la carretera falta la ladera soleada como jardín. Detrás de la vivienda se han de construir generalmente muros de contención y canales de desagüe.

Solares junto al agua
Es preferible no construir directamente al lado de ríos o del mar para evitar la niebla y las plagas de mosquitos; es mejor construir justo al lado de la carretera y tener el jardín entre la vivienda y el lago → ④.

Situación respecto a la calle
En el caso de edificaciones abiertas (viviendas unifamiliares aisladas) los solares más favorables suelen ser los situados al sur de la calle, de esta manera todas las habitaciones de servicio y accesos quedan al norte → ⑤. Así todos los dormitorios y zonas de estar están al resguardo de la calle y en los lados más soleados (este – sur – oeste) con salida directa y vistas al jardín → ①. Las parcelas generalmente son estrechas y alargadas, para que tengan el mínimo frente a la calle respetando la separación de la edificación a los lindes de la parcela. Si el solar es más ancho, el excedente debería aprovecharse para abrir grandes ventanas, y construir terrazas y balcones → ① – ②. Si el solar está situado al norte de la carretera, el edificio debería situarse lo más al fondo posible, a pesar de prolongar el acceso rodado, y aprovechar al máximo el jardín anterior con más sol → ①. Tales solares son apropiados para edificios con efecto representativo desde la calle. En los solares junto a carreteras norte–sur → ②, con solares al este y al oeste de la calle, los primeros son más favorables, porque los jardines y salas de estar se pueden situar hacia el este y ningún edificio vecino oculta el sol bajo del levante, como ocurre en la edificación de calles este–oeste. En las calles norte–sur son más favorables los solares situados en el lado **este** → ② y ⑤. Para que en invierno llegue el sol bajo del sur, los edificios se han de situar lo más al norte posible del solar y las terrazas de este a sur. En los solares situados en el lado oeste los edificios se han de retranquear, a ser posible, para conservar un buen asoleo del sur y tener vistas libres delante de la terraza → ②, situar la vivienda igualmente junto al linde posterior → ①. Situación favorable de la vivienda en calles con otra dirección → ⑤.

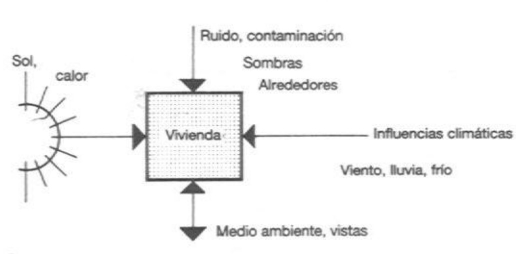
Para asegurarse que otros edificios no tapen las vistas
Deberían elegirse solares cuyas parcelas vecinas ya estén construidas; así se puede situar la vivienda teniendo en cuenta las vistas y el sol. De no ser así, prever la futura posición de construcciones vecinas.

Orientación de las habitaciones
A ser posible orientar todos los dormitorios y zonas de estar hacia el jardín y la fachada más asoleada; la zona de servicio hacia la calle → ③. Las habitaciones han de estar asoleadas (con excepciones) durante los principales períodos de utilización → p. 157. Con ayuda de las tablas de asoleo → p. 157 y 159, puede calcularse exactamente cómo entrará el sol, a una hora y día determinados, en cada habitación y cómo se ha de situar el edificio respecto a los edificios vecinos y árboles existentes, para que reciba el máximo de sol posible.
Considerar la dirección de los vientos dominantes. En Alemania, por lo general, la orientación climáticamente más desfavorable es de oeste a sudoeste y la más favorable de sur a sudeste. Vientos fríos en invierno de norte a noreste → p. 103.

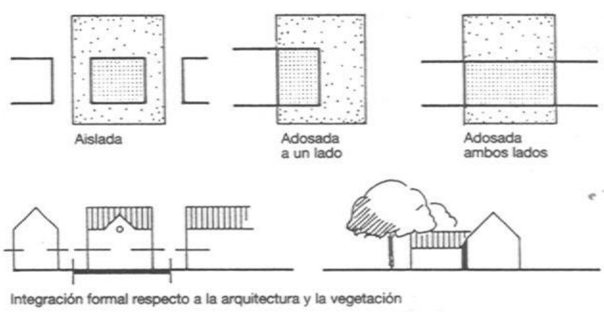
Tipo de vivienda con la correspondiente parcela	Vivienda unifamiliar aislada		Vivienda pareada		Viviendas adosadas, viviendas con patio		Viviendas en hilera		
Acceso	≧ 22	≧ 20	≧ 20	≧ 20	≧ 18,5	≧ 17,5	≧ 24	≧ 30	≧ 25
1 Frente mínimo de la parcela m	20	20	15	13	13,5	15 (13,5)*	5,5	5,5	7,5
2 Profundidad mínima de la parcela m / Profundidad deseable	22 (25)	20 (25)	20 (25)	20 (25)	18,5 (25)	17,5 (20)	24 (26)	30	25
3 Superficie mínima de la parcela m²	440 (500)	400 (500)	300 (375)	260 (325)	250 (338)	262 (236) (300)	130 (143)	165	188
4 Superficie ocupada por el garaje o plaza de aparcamiento m²	–	–	–	–	–	(30)	30	–	–
5 Superficie del solar m² = superficie neta edificable (4 + 5)	440 (500)	400 (500)	300 (375)	260 (325)	250 (338)	262 (266) (330)	160 (173)	165	188
6 Número usual de plantas	1	1 1/2	1 1/2	2	(1)–2	1	2		
7 Superficie construida media por vivienda m²	150	160	150	160	150	150	130	130	150
8 Edificabilidad de cálculo	0,34 (0,3)	0,4 (0,32)	0,5 (0,4)	0,62 (0,5)	0,6 (0,45)	0,57 (0,45)	0,8 (0,75)	0,78	0,79
9 Máxima edificabilidad (m² construidos/m² solar)**	0,5		0,5	0,8	(0,5)–0,8	0,6	0,8		
Máximo edificabilidad (m³ construidos/m² solar)**	0,4		0,4		0,4	0,6	0,4		
10 Ocupación media de las viviendas (habitantes/vivienda)	3,5		3,5		3,5		3,5		
11 Densidad neta de viviendas (viviendas/hectárea) máxima	22	25	33	38	40	38	62	60	53
Límites de oscilación	20–25		26–38		29–40		50–62		
12 Densidad neta de habitantes (habitantes/hectárea) máxima	77	88	116	133	140	133	217	210	186
Límites de oscilación	70–90		90–130		100–140		170–210		
13 Densidad bruta de viviendas*** (viviendas/hectárea)	17	18	24	28	28	28	42		

(1) Densidad en las viviendas unifamiliares

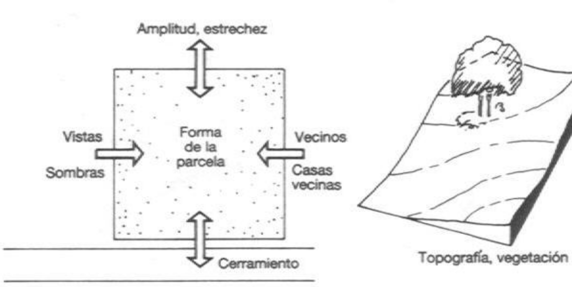
* Sin garaje en la parcela
** En pueblos y urbanizaciones, según las normas alemanas
*** Diferencia entre la densidad bruta y la densidad neta ≈ 20 %



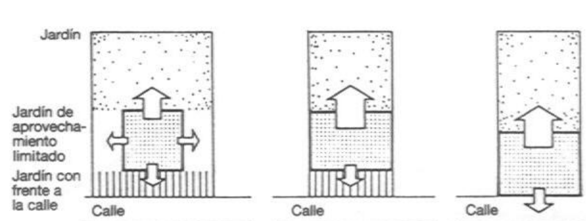
(2) Relación funcional de la vivienda con el entorno



(4) Posición de la vivienda en la parcela e incorporación (arquitectónica) en la vecindad



(3) Relación de la vivienda con la parcela



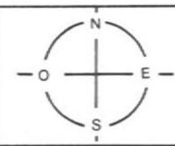
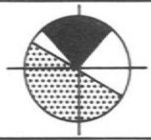
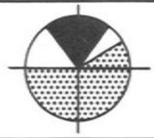
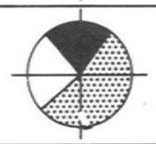
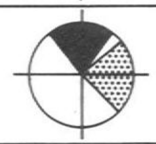
(5) Zonificación de la parcela con efecto en la distribución en planta de la vivienda y ordenación de las habitaciones (ámbitos funcionales)

Tipología de viviendas

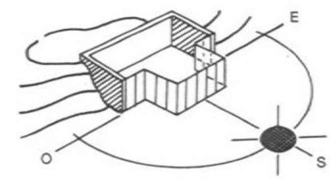
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

→ 📖

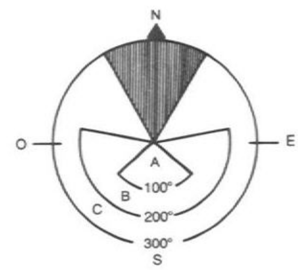
El asoleo equilibrado de los diferentes ámbitos de la vivienda a lo largo del día depende de la situación del edificio en el solar, de su orientación y del tipo de cerramiento.
Al diseño arquitectónico le corresponde, a través de la organización de la planta, asegurar el asoleo deseable para cada sala.

Función principal	Período de ocupación Asoleo deseable	
Sala de estar	De mediodía a la noche	
Cocina/Comedor	De la mañana a la noche	
Habitación de juegos para niños	De mediodía a la noche	
Dormitorios	Por la noche, asoleo deseable por la mañana	

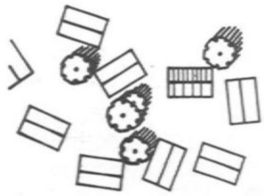
(1) Diagrama: orientación de las habitaciones

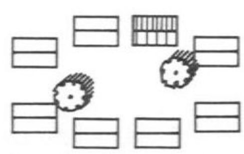


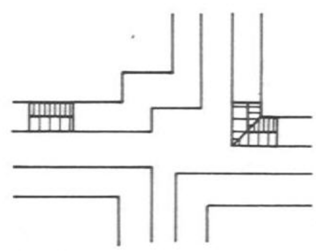
(2) Orientación de las habitaciones

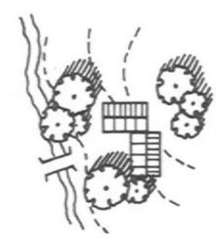


(3) Diagrama de la insolación según la estación del año









Incorporación de la vivienda a las condiciones urbanísticas y paisajísticas. Las características urbanísticas específicas del lugar, la proximidad de otras viviendas, calles, plazas o paisaje exigen que al diseñar un nuevo edificio, éste se adapte —sobre todo en cuanto a forma— al entorno existente

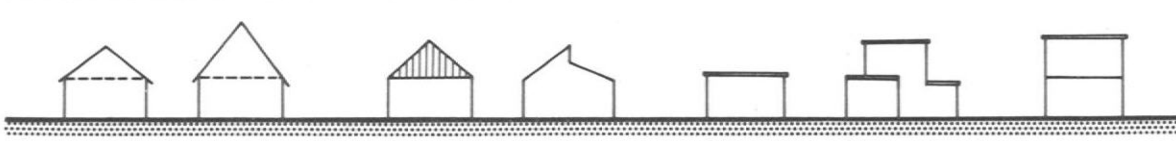
(4) En un pueblo

(5) En una urbanización

(6) En una ciudad

(7) En el campo

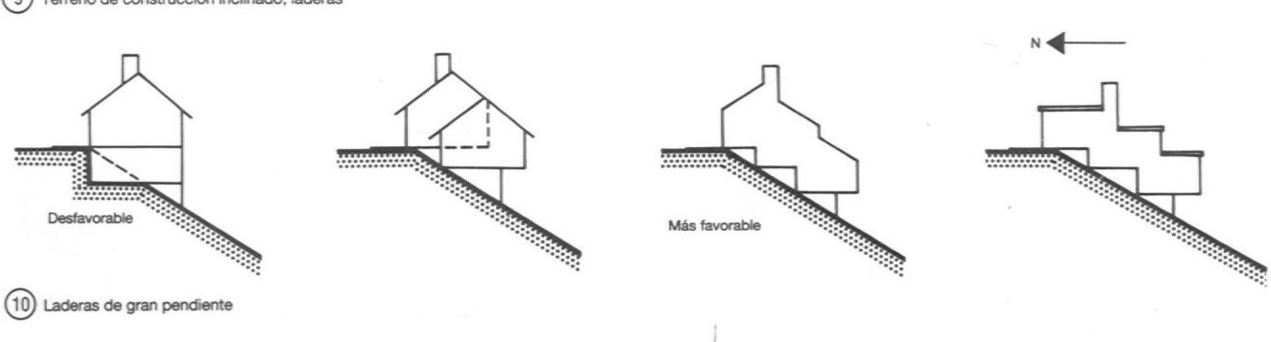
Capacidad de adaptación de las formas de las viviendas según el lugar y el país



(8) Terreno de construcción plano

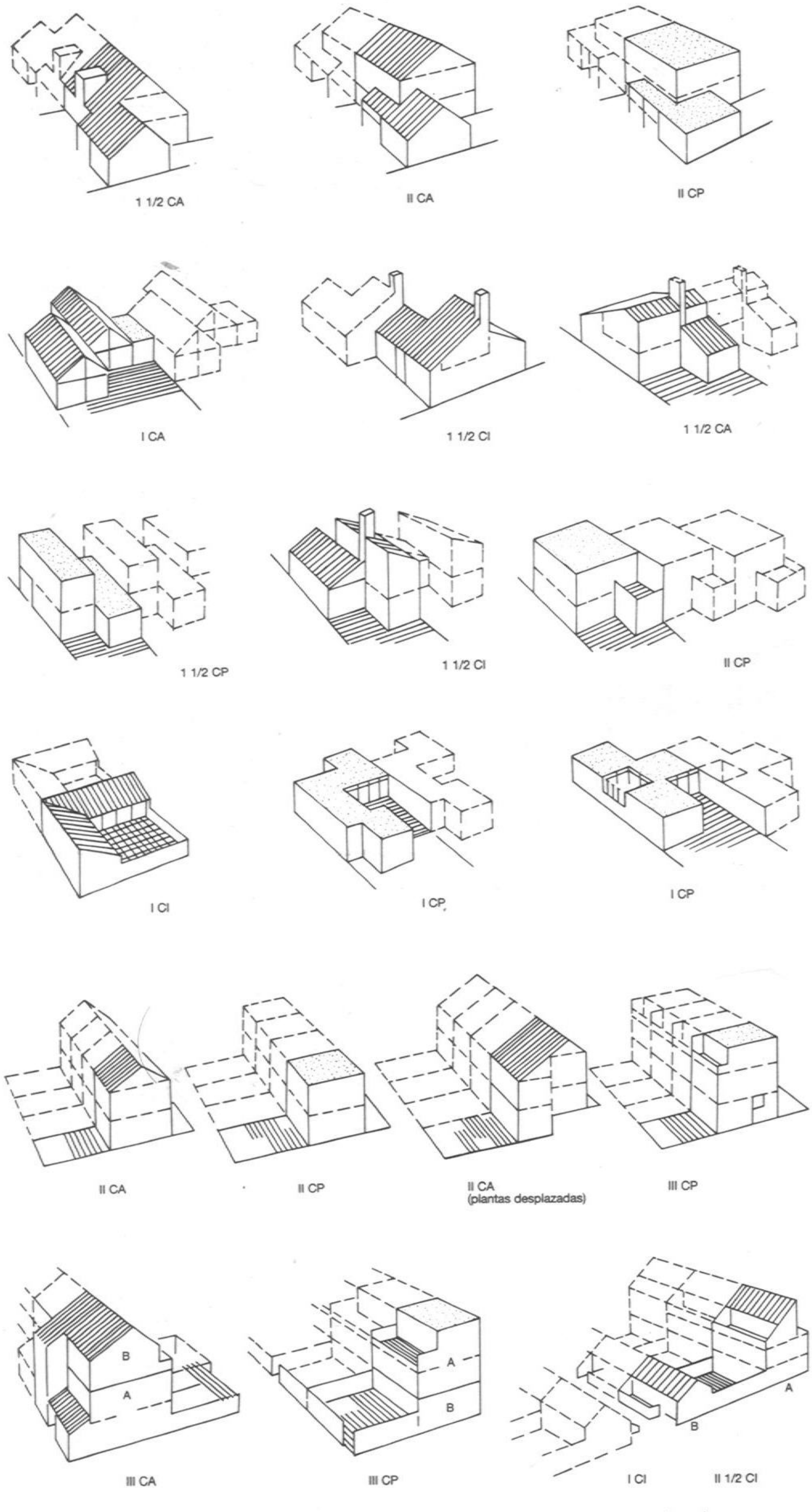


(9) Terreno de construcción inclinado, laderas



(10) Laderas de gran pendiente

→ 🕮



Leyenda:
1; 1 1/2 n.º de plantas
CA Cubierta a dos aguas
CI Cubierta inclinada
CP Cubierta plana

A - Vivienda principal

B - Vivienda secundaria

① Viviendas pareadas

Tipología de viviendas generalmente idénticas o con escasas variaciones por motivos estructurales; casi siempre de construcción conjunta, raramente como adición de viviendas diseñadas aisladamente, construcción abierta, garajes o plazas de aparcamiento cubiertas en la propia parcela (generalmente en el lado libre de la parcela).

② Viviendas adosadas

Sobre todo como idea unitaria de diseño (motivos estructurales), más raramente como adición de viviendas individuales (concordancia formal necesaria) construcción abierta (máximo 50 m) o cerrada, densificación favorable, garajes/plazas de aparcamiento en la propia parcela o en plazas públicas.

③ Viviendas con patio

Como construcción individual (concordancia necesaria en el diseño) o con plantas iguales o con escasas variaciones por motivos estructurales, construcción abierta o cerrada, es posible alcanzar una elevada densidad manteniendo unas buenas condiciones de habitabilidad, garajes/plazas de aparcamiento en la propia parcela o en plazas públicas.

④ Viviendas en hilera

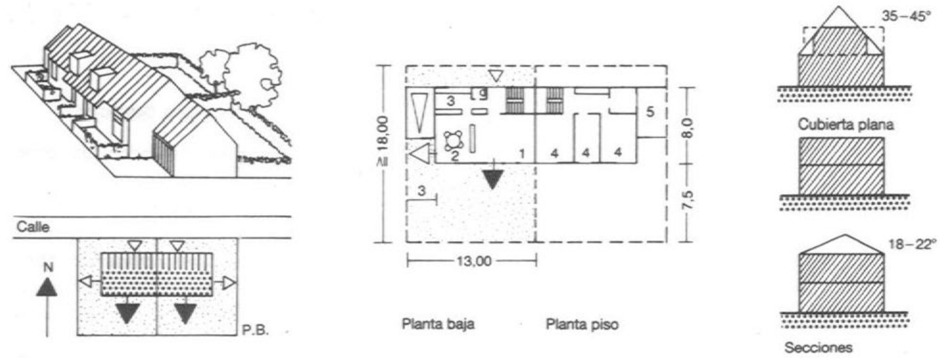
Forma comunitaria de construcción en forma de hilera de viviendas idénticas o con variaciones concordantes, construcción abierta o cerrada, es posible alcanzar una elevada densidad manteniendo unas buenas condiciones de habitabilidad, garajes/plazas de aparcamiento generalmente en plazas públicas.

⑤ Viviendas urbanas

Forma comunitaria de construcción en forma de hilera de viviendas idénticas o con variaciones concordantes, o en forma de hilera de edificios diseñados individualmente (concordancia necesaria en el diseño), construcción cerrada, es posible alcanzar una elevada densidad manteniendo unas buenas condiciones de habitabilidad, garajes/plazas de aparcamiento en el propio solar o en plazas públicas.

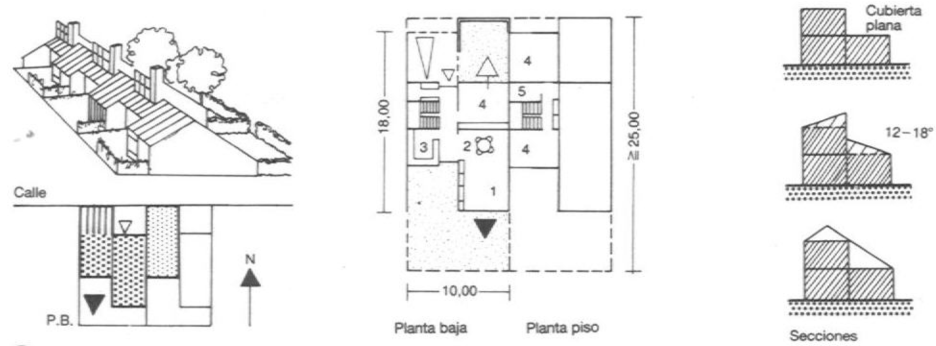
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS →

Viviendas pareadas:
Amplia libertad en la distribución de la planta, suficiente capacidad de adaptación respecto al asoleo. A menudo tipos de vivienda idénticos o con escasas variaciones. También como construcciones individuales, raramente como adición de viviendas proyectadas aisladamente. Garajes o plazas de aparcamiento, a menudo, en el lado libre de la parcela. Tamaño mínimo de la parcela individual: 375 m² → ①.



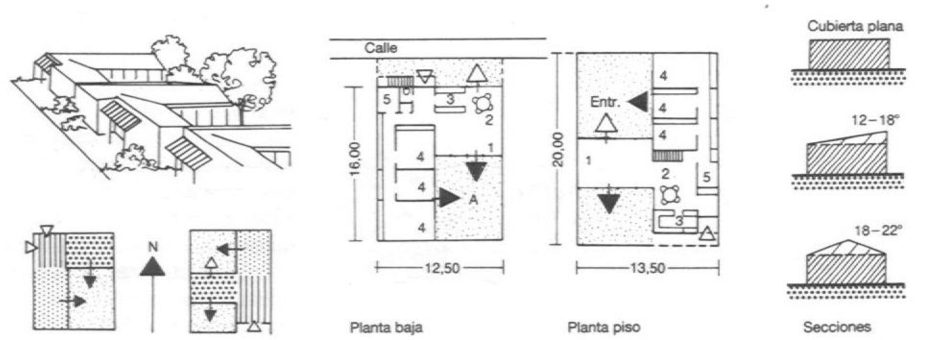
① Viviendas pareadas

Viviendas adosadas:
Forma de construcción colectiva, idea unitaria a partir de la distribución en planta y la configuración arquitectónica. Suficiente capacidad de adaptación respecto al asoleo. Forma constructiva recomendable, ya que permite una elevada densidad con un elevado grado de habitabilidad, ahorra espacio y economiza los cerramientos. Tamaño mínimo de la parcela: 225 m² → ②.



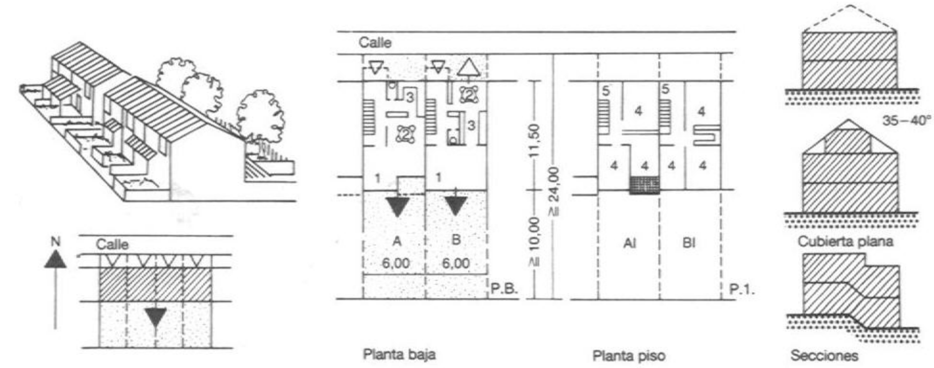
② Viviendas adosadas

Viviendas con patio
Posible como adición de construcciones individuales o colectivas. Libertad en la distribución de la planta. Diseño unitario en cuanto a la forma de la cubierta, materiales, detalles y color. Elevada densidad con un elevado grado de habitabilidad. Tamaño mínimo de la parcela: 270 m²/vivienda. Garaje/plaza de aparcamiento en el propio solar y en plazas públicas → ③.



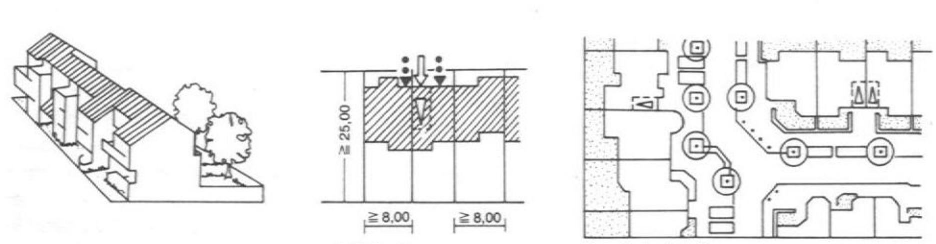
③ Viviendas con patio

Viviendas en hilera
Forma de construcción unitaria. Limitada capacidad de adaptación respecto al asoleo (las plantas se han de establecer en base a un asoleo favorable). Las viviendas en hilera son, manteniendo un aceptable grado de habitabilidad, la forma más económica de una vivienda con jardín → ④.

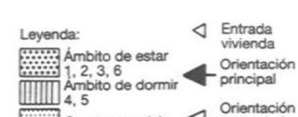


④ Viviendas en hilera

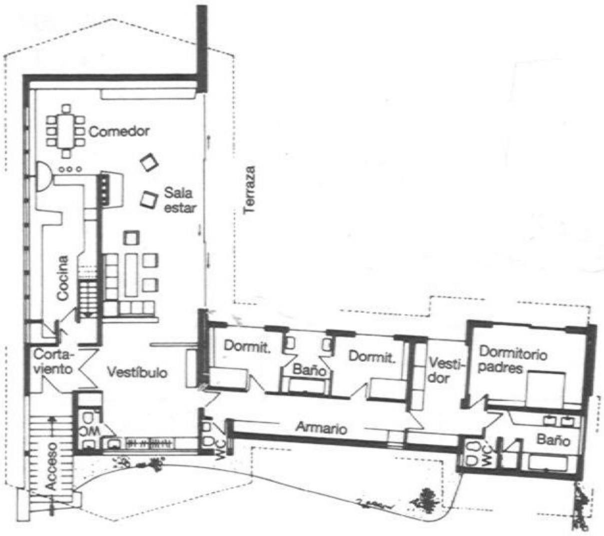
Viviendas urbanas
Forma constructiva comunitaria como alineación de tipos de viviendas iguales o concordantemente diferentes → ⑤.



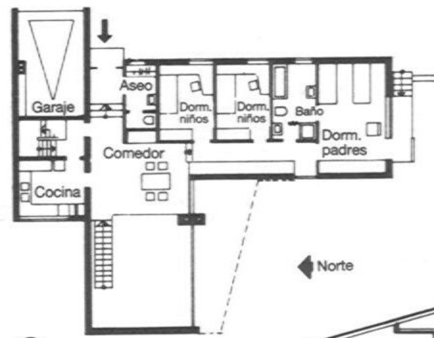
⑤ Viviendas urbanas



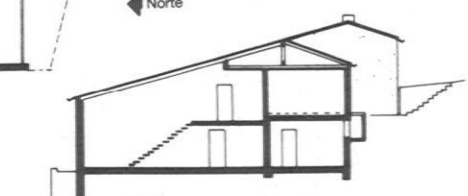
⑥



(4) Vivienda en Miltenberg (Alemania). Planta baja. Arq.: Neufert



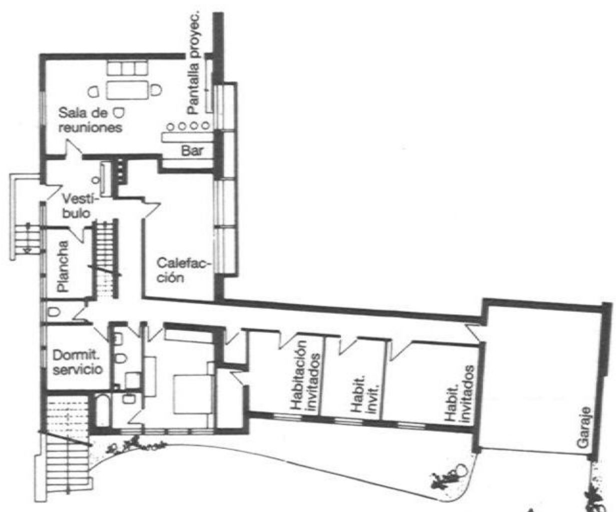
(1) Planta piso



(3) Sección → (1) + (2)



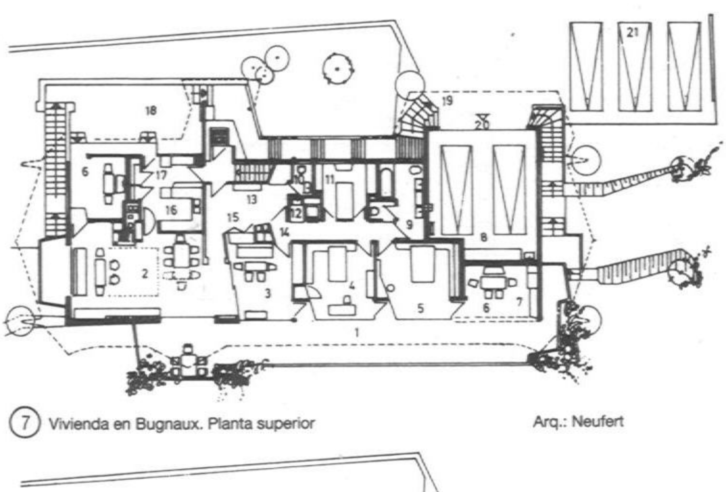
(2) Planta inferior



(6) Planta inferior



(5) Sección → (4) + (6)



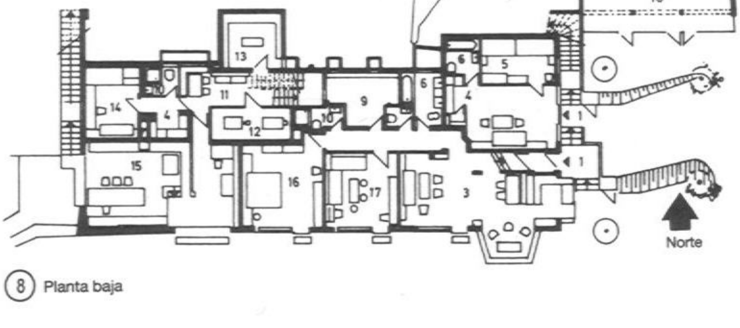
(7) Vivienda en Bugnaux. Planta superior Arq.: Neufert

Planta superior

1 Solarium
2 Sala
3 Habitación de invitados
4 Habitación de caballeros
5 Habitación de señoras
6 Porche
7 Cocina exterior
8 Garaje
9 Baño
10 Aseo
11 Vestidor
12 Ducha
13 Vestíbulo de entrada
14 Instalación aire acondicionado
15 Guardarropa
16 Cocina
17 Servicio
18 Patio servicio
19 Entrada
20 Puerta basculante
21 Plazas aparc.

Planta baja

1 Entrada
2 Cocina
3 Sala de estar
4 Cocina americana
5 Dormitorio
6 Baño
7 Trastero
8 Aseo
9 Lavadero
10 Ducha
11 Comedor
12 Cuarto de calefacción
13 Sótano
14 Habitación del servicio
15 Estudio
16 Dormitorio padres
17 Dormitorio niños
18 Leñero

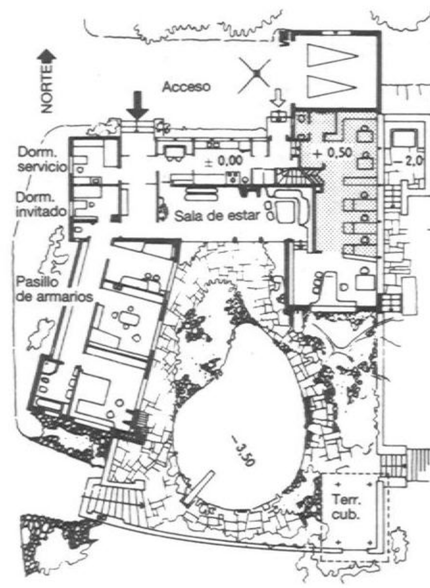


(8) Planta baja

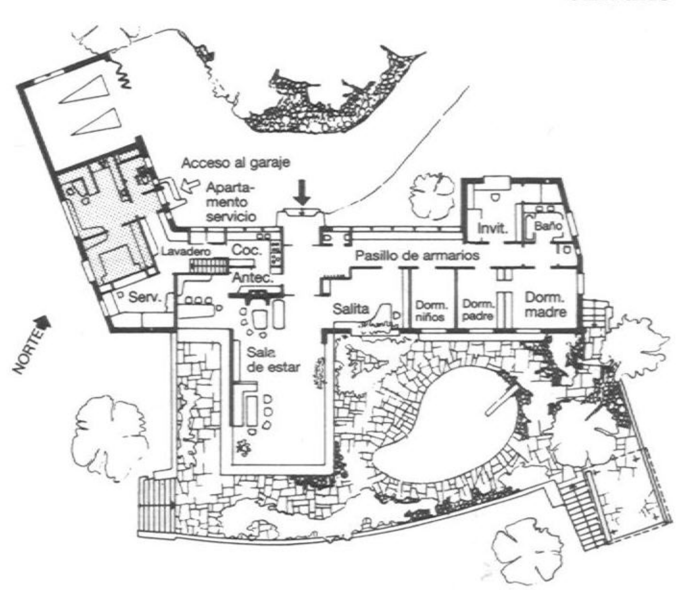


(9) Sección → (7) + (8)

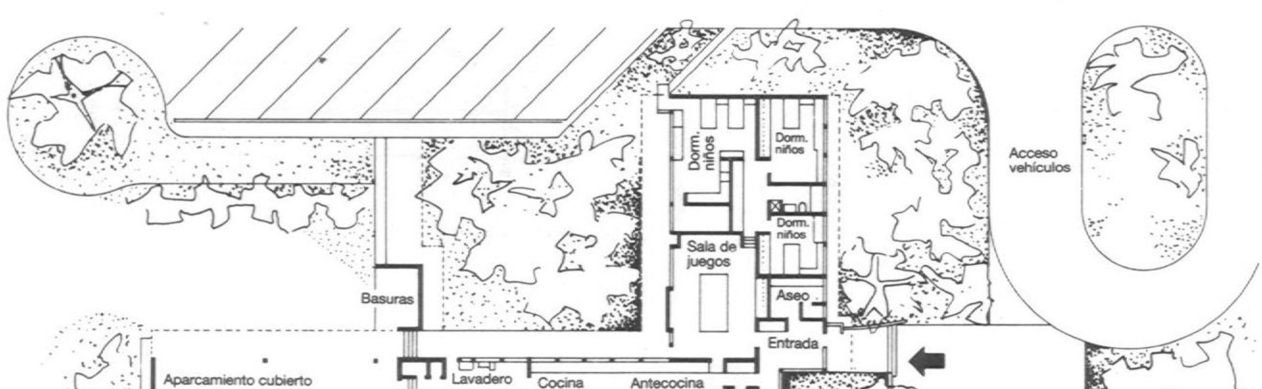
Tipología de viviendas



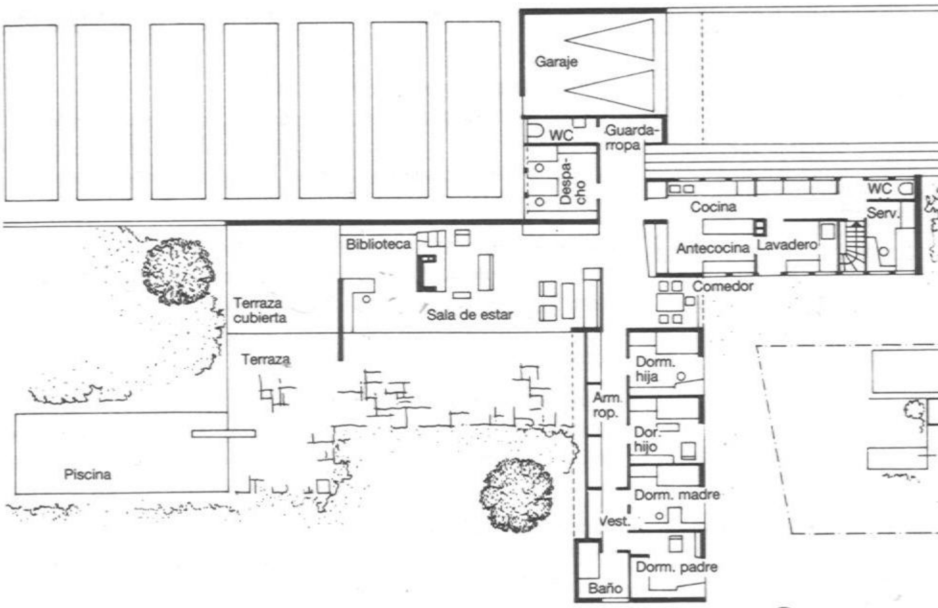
(1) Vivienda de un arquitecto. Estudio y cuartos de servicio junto a la entrada secundaria. Despacho entre el estudio y la sala de estar, con luz de norte por encima de la cocina. Zona de dormitorios, protegiendo el patio del viento y vistas. La terraza cubierta recibe sol de poniente. E 1:500. Arq.: E. Neufert



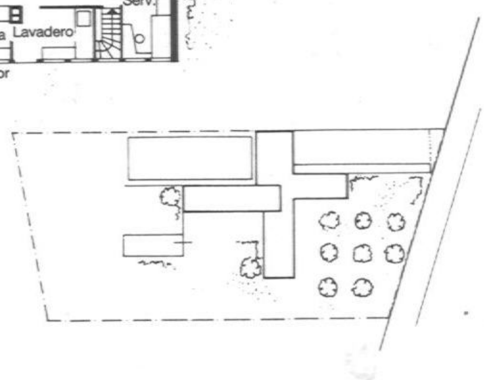
(2) Vivienda de planta baja con apartamento independiente para el servicio (chófer). E 1:500. Arq.: E. Neufert



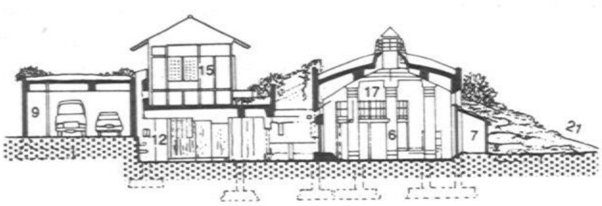
(3) Vivienda en Beverly Hills, California. E 1:500 Arq.: R. Neutra



(1) Proyecto escolar de vivienda



(2) Plano de situación → (1)



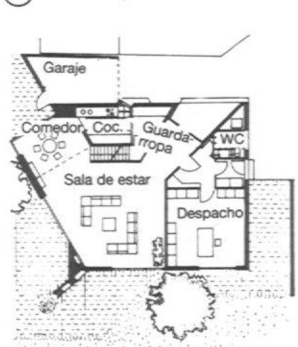
(3) Sección → (4)

1 Entrada
2 Jardín cubierto bajo terreno
3 Biblioteca
4 Patio-lucernario
5 WC
6 Sala de estar
7 Invernadero
8 Cocina
9 Despensa
10 Cuarto de juegos niños
11 Guardarropa
12 Dormitorio
13 Lavadero
14 Baño
15 Tatami
16 Calle
17 Galería (véase sección)
18 Cuarto de máquinas
19 Garaje
20 Lucernario
21 Jardín celeste
22 Calle secundaria
23 Lucernario

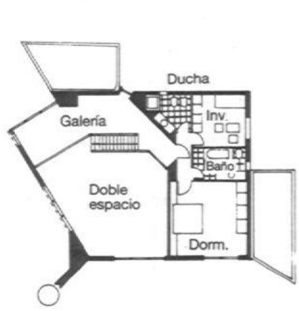


(4) Casa en Japón

Arq.: Atelier ZO



(5) Planta baja



(6) Planta piso

Arq.: Kargel



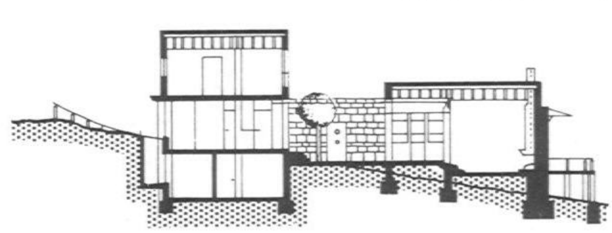
(7) Planta baja

Arqs.: BDA



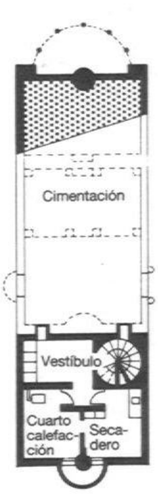
(8) Planta piso

Arqs.: Otto Seidle y Hans Kohl

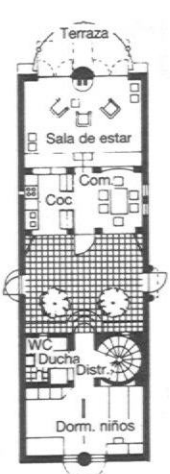


(9) Sección

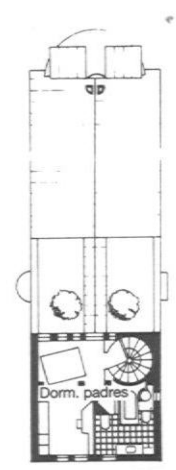
Arq.: V.D. Valentyn



(10) Sótano → (9)



(11) Planta baja



(12) Planta piso

Tipología de viviendas

→ 🕮

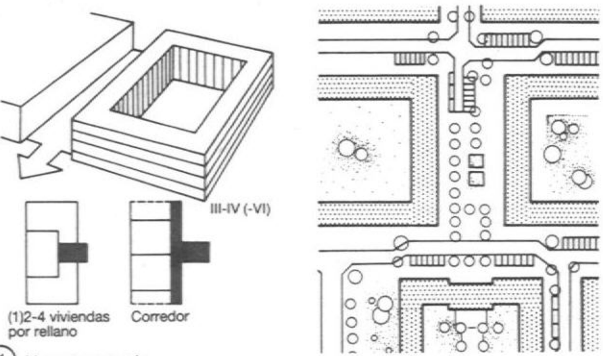
Edificación en manzana cerrada → (1)
Forma edificatoria cerrada en superficie, como construcción unitaria o alineación de edificios sueltos. Posibilidad de elevada densidad. Se diferencian con claridad los espacios interiores y exteriores, según la función y forma.

Edificación en hileras de bloques → (2)
Forma edificatoria abierta, en superficie, como agrupación de tipos de viviendas iguales o diferentes, y edificios de diseño diferente. Escasa diferenciación entre los espacios interiores y exteriores.

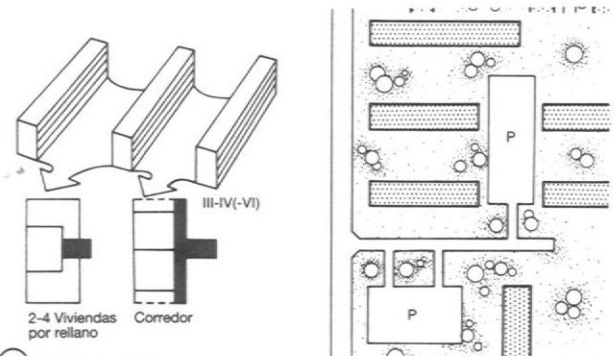
Edificación en bloques laminares → (3)
Forma edificatoria aislada, generalmente de grandes dimensiones, sin diferenciación entre espacios exteriores e interiores. Apenas pueden configurarse espacios exteriores.

Edificación en bloques aislados → (4)
Ampliación y conexión de bloques laminares para conseguir formas singulares. Se pueden configurar espacios exteriores. Apenas pueden diferenciarse los espacios exteriores de los interiores.

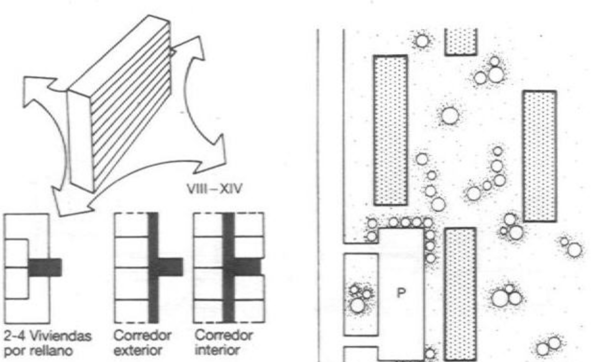
Edificación en torres → (5)
Forma constructiva aislada, situada libremente en el espacio, no puede configurarse el espacio exterior. A menudo como «hitos» urbanísticos relacionados con tejidos edificatorios de baja altura (planos).



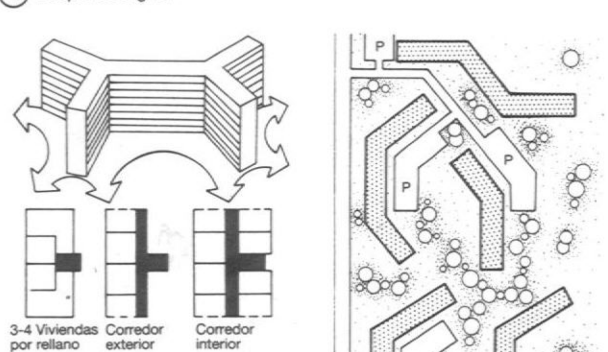
(1) Manzana cerrada



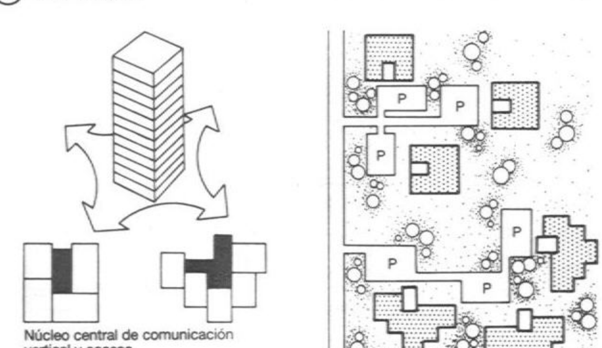
(2) Bloques en hilera



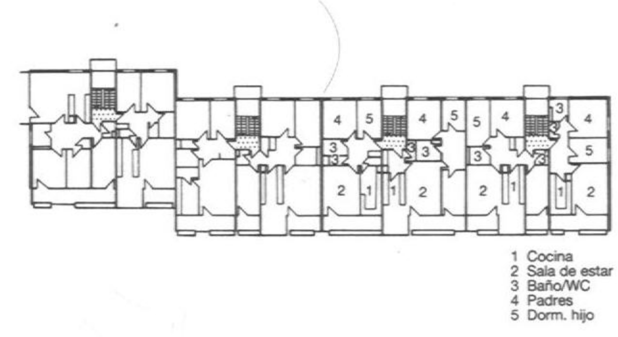
(3) Bloque rectangular



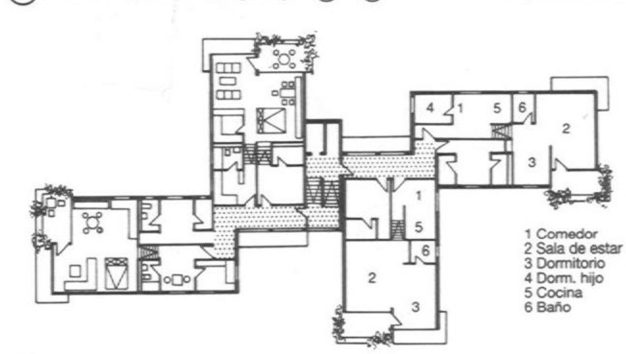
(4) Bloque singular



(5) Edificio-torre



(6) Edificio de viviendas en Augsburg → (1) – (3) Arq.: E.C. Müller



(7) Viviendas con acceso por corredor → (1) – (4)

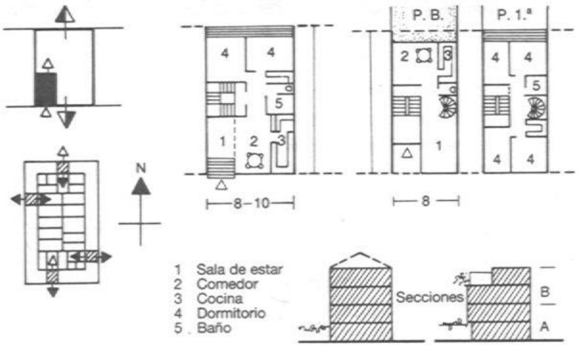


(8) Planta de un edificio con 4 viviendas por rellano → (5) Arq.: Pogadl

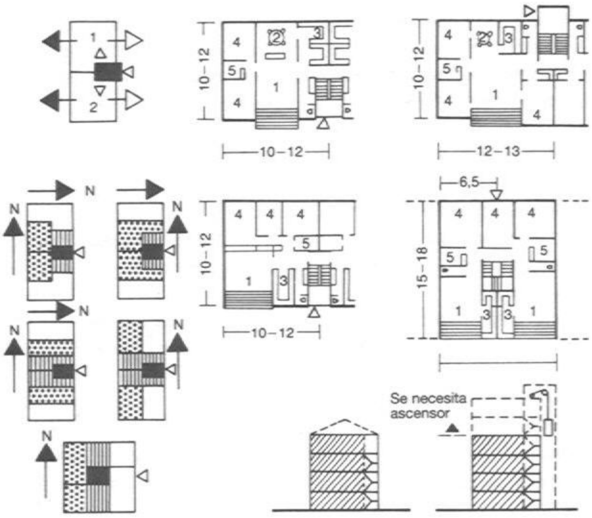
PLANTAS DE EDIFICIOS DE VIVIENDAS

→ 🕮

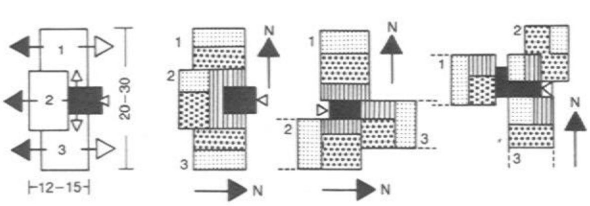
Edificios con una vivienda por rellano. → ① Solución poco económica. Suele estar limitado a cuatro plantas si no hay ascensor. Forma originaria del edificio urbano de viviendas.
Edificios con dos viviendas por rellano. → ② Con un equilibrio entre el grado de habitabilidad y rentabilidad. Amplias posibilidades de distribución en planta con buena capacidad de adaptación al asoleo óptimo. Se pueden disponer viviendas con un número diferente de habitaciones. Hasta 4 plantas se puede acceder por una escalera; a partir de la 5.ª planta es necesario un ascensor. En las viviendas situadas a más de 22 m por encima del terreno se ha de aplicar una normativa especial.
Edificios con tres viviendas por rellano. → ③ Ofrecen una buena relación entre grado de habitabilidad y rentabilidad. Apropiados para la configuración de esquinas. Posibilidad de construir en cada planta viviendas diferentes, p.e., de 1, 2 y 3 dormitorios.
Edificios de cuatro viviendas por rellano. → ④ Con la adecuada distribución en planta se consigue una relación satisfactoria entre habitabilidad y rentabilidad. Posibilidad de construir viviendas de diferente tamaño en cada planta.
Edificios torre. → ⑤ La forma en planta determina la forma plástica del edificio. Un contorno muy articulado refuerza la verticalidad, la sensación de un edificio alto y esbelto. → ⑤ c.



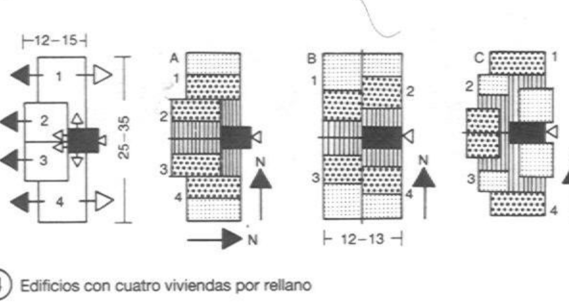
① Edificios con una vivienda por rellano forma originaria del «edificio urbano de viviendas»



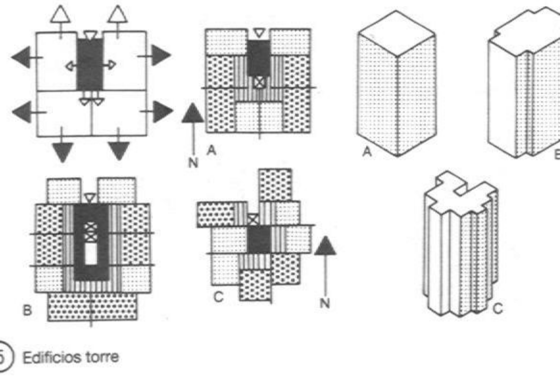
② Edificios con dos viviendas por rellano



③ Edificios con tres viviendas por rellano

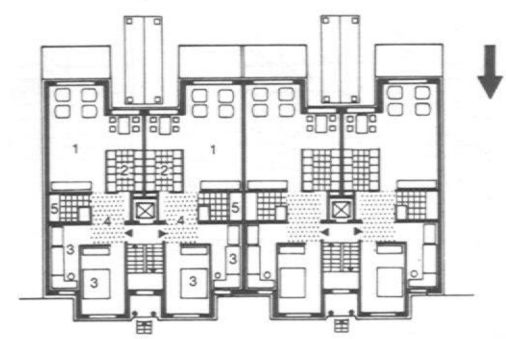


④ Edificios con cuatro viviendas por rellano

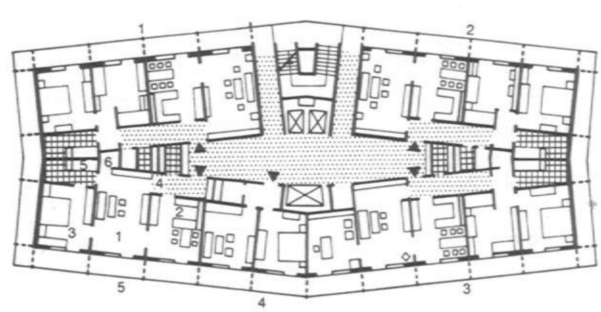


⑤ Edificios torre





⑥ Edificio con dos viviendas por rellano — Arq.: W. Dörink



⑦ Planta tipo con 5 viviendas por rellano — Arq.: Schmitt y Heene

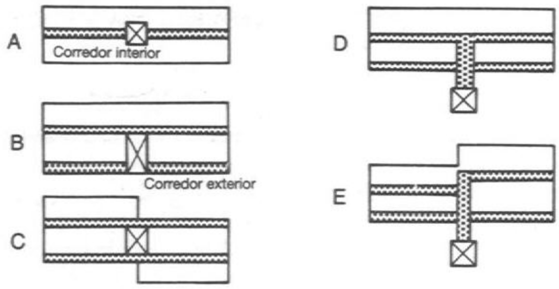


⑧ Edificio torre → ⑤ — Arq.: W. Iron

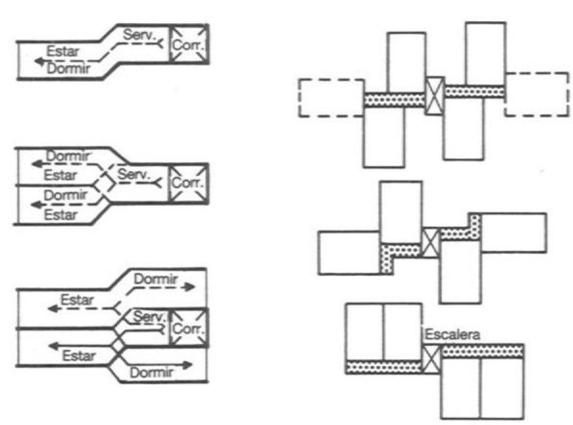
Tipología de viviendas

EDIFICIOS DE VIVIENDAS CON ACCESO POR CORREDOR → 🕮

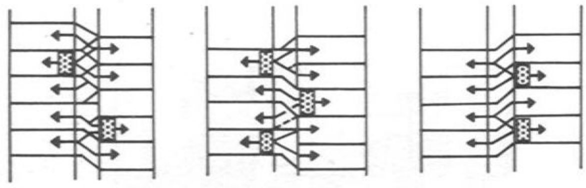
En los edificios con acceso por corredor, en vez de un rellano central, existe un corredor longitudinal en cada uno de los niveles de acceso unidos entre sí mediante uno o varios núcleos verticales de comunicación. Si este corredor de acceso se sitúa en el interior del edificio se denomina pasillo interior → ①.
A. Si las viviendas sólo ocupan una planta, únicamente tienen una orientación. Por ello se intenta proyectar viviendas dúplex → ③. En los edificios con un corredor exterior, el acceso horizontal se sitúa en la fachada longitudinal del edificio → ①.
B. El corredor abierto plantea ciertos problemas funcionales en lugares de clima centroeuropeo → ⑤, además al corredor exterior sólo pueden dar habitaciones secundarias → ⑦. La solución mejora considerablemente si la vivienda ocupa dos o más plantas → ⑥ – ⑦. Las viviendas de un único nivel → ⑤ tienen sentido sobre todo para apartamentos y viviendas de un solo dormitorio. La distribución de una vivienda en niveles diferentes puede responder satisfactoriamente a las relaciones funcionales. Si los niveles sólo están desplazados media planta, se dan unas condiciones óptimas para la conexión funcional → ②.
Las posibilidades de variación se amplían considerablemente si la vivienda no tiene la misma anchura en toda la profundidad del edificio y está imbricada con la vivienda vecina. El núcleo de comunicación vertical recoge escaleras, ascensores e instalaciones. Se distingue entre núcleos empotrados, adosados y exentos → ①.
Disponer la comunicación horizontal en el menor número de plantas posibles, con ello se mejora la relación entre fachada y superficie en planta de las viviendas → ③.
La disposición de corredores horizontales de acceso cada dos plantas permite combinar viviendas grandes a dos niveles con apartamentos reducidos situados en el nivel del corredor. Buena solución si se alterna de fachada la situación de los corredores. Apilando especularmente viviendas dúplex u ordenando adecuadamente viviendas de medios niveles puede reducirse el número de núcleos horizontales de acceso.

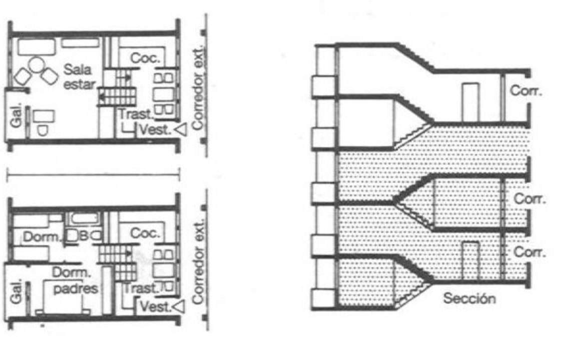


① Sistemas de comunicación vertical

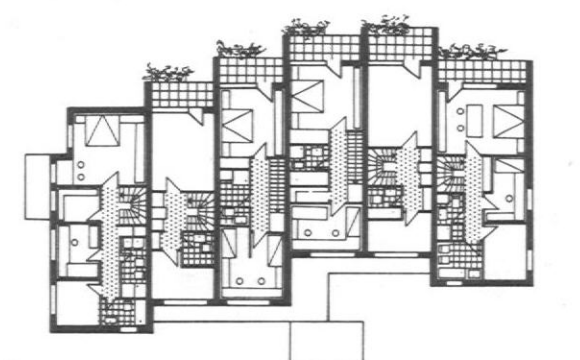


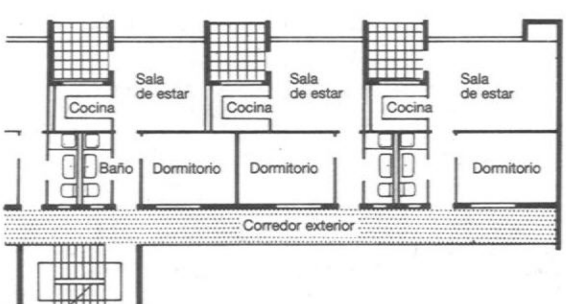
② Posibilidades de distribución en torno al corredor


③ Sección de las diferentes posibilidades de acceso (corredor interior)

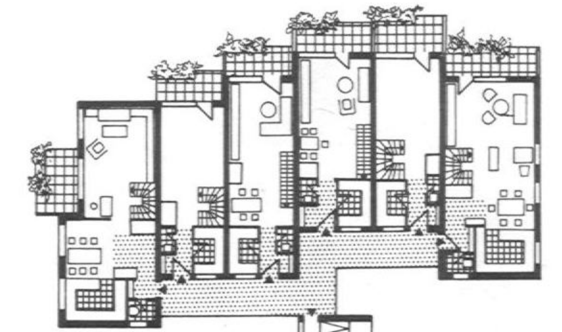


④ Edificio con corredor exterior de acceso. Viviendas con medios niveles
Arq.: Hirsch


⑥ 2.ª planta



⑤ Caja de escalera antepuesta al corredor. Cocina ventilada e iluminada a través del corredor.
Arq.: Seitz


⑦ 1.ª planta → ⑥

Tipología de viviendas

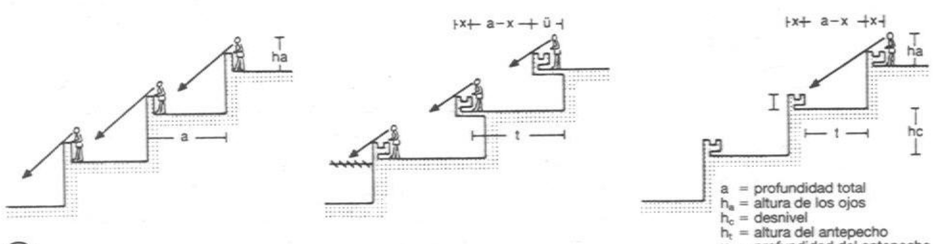
EDIFICIOS ATERRAZADOS

→ 📖

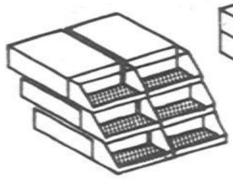
Los solares situados en laderas de gran pendiente favorecen la construcción de edificios aterrazados. El ángulo de escalonamiento (altura plantas respecto a la profundidad terrazas) = pendiente media de la ladera ≧ 8°–40°. Prof. terrazas ≧ 3,20 m; generalmente orientadas a sur, protegidas de la vista ajena y abiertas a las vistas del paisaje → (1) – (5); plantas y secciones → (6) – (11). En algunas ciudades existen normativas específicas para este tipo de construcciones. Los edificios aterrazados ofrecen un espacio al aire libre delante de las viviendas para descansar, trabajar y juegos de niños, igual que las viviendas de planta baja con jardín. Colocar jardineras en los antepechos aumenta la calidad de habitabilidad → (1), (9). Las ventajas de las grandes terrazas justifican la construcción de edificios aterrazados incluso en solares planos. Los grandes espacios interiores que resultan en las plantas inferiores pueden utilizarse como salas polivalentes → (10) – (13). La necesidad de construir grandes salas también justifica construir encima suyo viviendas aterrazadas → (13). Se distingue entre edificios aterrazados en 1, 2 o más fachadas. El escalonamiento del edificio se puede realizar retranqueando viviendas de la misma profundidad → (9), o superponiendo unidades de vivienda de profundidad decreciente → (11).

$$\text{Prof. antep.} = \frac{(h_a - h_r)}{h_c} \rightarrow (1)$$

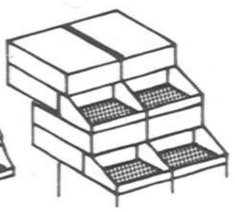
Para evitar las vistas a la terraza inferior, la profundidad del antepecho está en relación con la altura de las plantas y la prof. del escalonamiento; mayor facilidad si las terrazas se incorporan parcialmente al volumen construido → (4), (5).



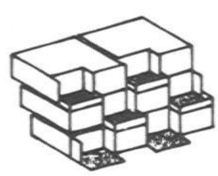
(1) Protección visual de las terrazas



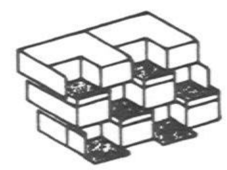
(2) Retranqueo parcial de las terrazas



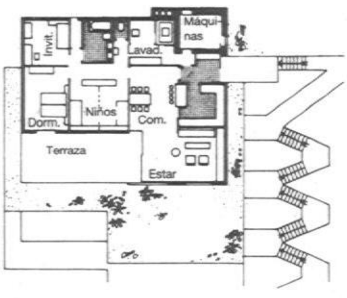
(3) Retranqueo de las terrazas en viviendas dúplex



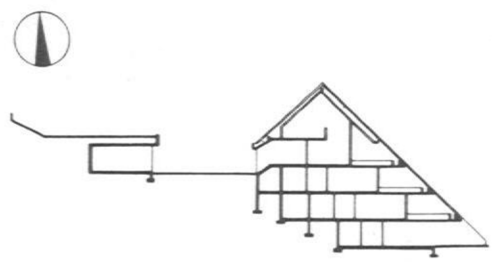
(4) Retranqueo de terrazas en plantas alternas



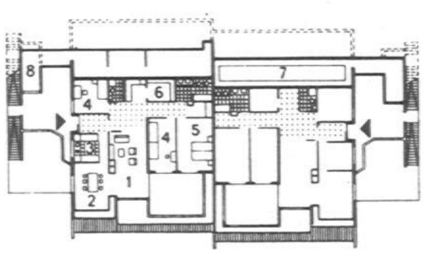
(5) Retranqueo de terrazas en viviendas con forma de L



(6) Planta Arq. Schmid y Knecht



(7) Sección de (6)

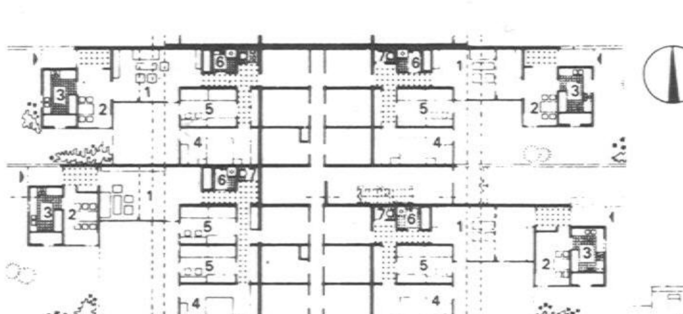


1 Sala de estar
2 Comedor
3 Cocina
4 Dormitorio
5 Dormitorio
6 Trastero
7 Depósito de fuel-oil
8 Secadero

(8) Planta Arq.: Stucky y Menli



(9) Sección de (8)

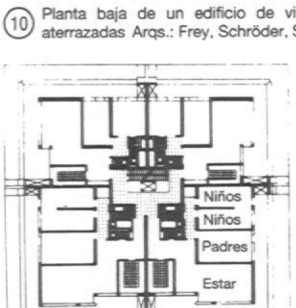


(10) Planta baja de un edificio de viviendas aterrazadas Arqs.: Frey, Schröder, Schmidt

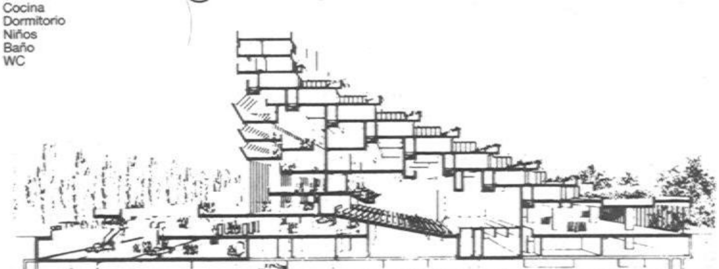
1 Sala de estar
2 Comedor
3 Cocina
4 Dormitorio
5 Niños
6 Baño
7 WC



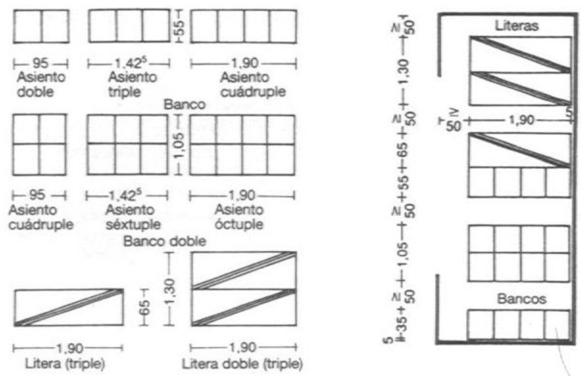
(11) Sección de (10)



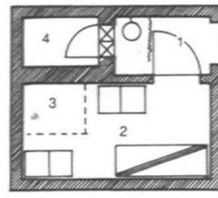
(12) 1.ª planta de un edificio aterrazado sobre un solar plano. Arq.: Buddeberg



(13) Sección por la sala de congresos. Proyecto: E. Gisel

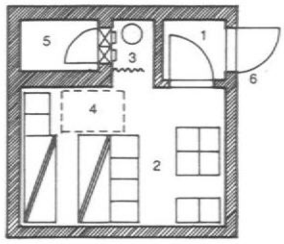


(1) Medidas exteriores y superficies de los asientos y literas

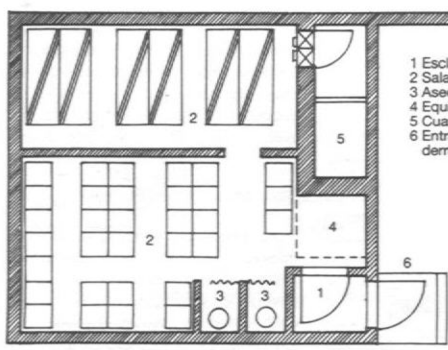


1 Esclusa de entrada + aseo = 2,30 m²
2 Sala de estar = 6,0 m²
3 Ventilación = 1,3 m²
4 Cuarto de filtros de aire = 1,5 m²

(2) Refugio doméstico para menos de 8 personas = 17,2 m²

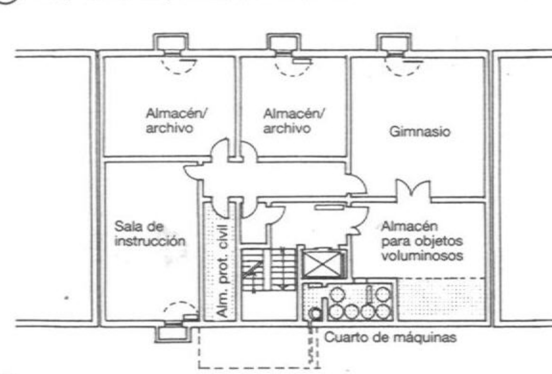


(3) Refugio para 10 personas ~ 28,3 m²

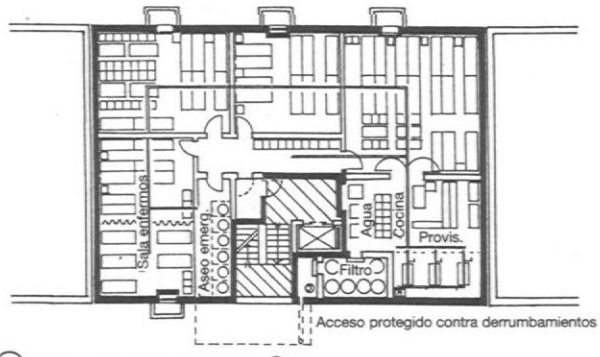


1 Esclusa
2 Sala de estar
3 Aseo
4 Equipo de ventilación
5 Cuarto de filtros de aire
6 Entrada protegida contra derrumbamientos

(4) Refugio doméstico para 50 personas ≈ 50 m²



(5) Utilización normal de un sótano → (6)



(6) Utilización de protección civil → (5)

La construcción de refugios es opcional en la mayoría de países, aunque en algunos (por ejemplo, Suecia, Suiza) es obligatoria. En caso de ser polivalente se antepone el uso civil.

Refugios domésticos: para todos los tipos de edificios de viviendas y para 7–50 personas (refugios privados).

Refugios públicos: previstos para edificios de oficinas, escuelas, hospitales, edificios de viviendas, fábricas.

capacidad media: 51–299 personas
grandes refugios: 300–3.000 personas
grandes refugios en metro y garajes subterráneos: hasta 4.000 pers.

Previstos para viandantes y usuarios de los medios de transporte (es necesario un estudio termodinámico de la cesión y evacuación de calor).

Refugios para salvamento de bienes culturales. Se distingue entre protección básica y protección especial.

a) Protección básica: protección de derrumbamiento (cargas estáticas), protección contra incendios, protección frente a gases nocivos (guerra química) mediante filtros de aire, ante lluvia radioactiva (fall-out), previsión de permanencia prolongada (provisiones).
b) Protección especial sin a): protección ante explosiones (carga dinámica), ante contaminación radioactiva (durante poco tiempo).

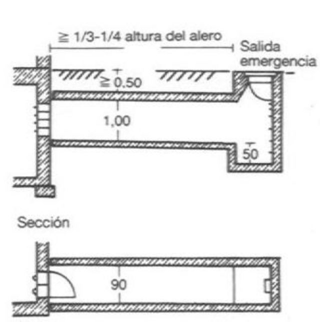
Los refugios domésticos son espacios cerrados y estancos: sala de estar con habitaciones auxiliares, cuarto filtros y salida emergencia, instalaciones ventilación, sanitarias y aprovisionamiento.

Han de ser accesibles en muy poco tiempo. Aprovisionamiento para 14 días. Situación en las inmediaciones de los edificios a los que ha de servir. Caminos de conexión entre el acceso al refugio y los edificios correspondientes ≦ 150 m. Refugio para ≧ 7 personas: ≧ 6 m² de superficie y ≧ 14 m³ de volumen. Cada persona adicional, hasta 25 plazas, requiere aumentar la superficie en 0,50 m²/plaza y 1,40 m³/plaza. Al menos un aseo cada 12 personas. Para refugios de más de 25 plazas, 2 aseos cada 25 personas.

Altura libre: ≧ 2,30 m literas triples: 1,70 m; literas dobles: 2,00 m; por encima de espacios de circulación: 1,50 m.

Diseño: cualquier forma en planta y sección. En plantas rectangulares no superar la relación 2:1 entre los lados. Al diseñarlos se ha de pensar en su utilización en tiempos de paz, por ejemplo, como lavadero, sala de juegos y *hobbys*, depósito de bicicletas, secadero, siempre y cuando se puedan desalojar rápidamente.

Materiales: hormigón estructural ≧ H25 DIN 1045



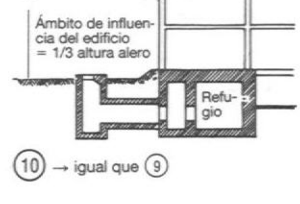
(7) Salida de emergencia horizontal (ejemplo esquemático)



(8) Salida de emergencia vertical (ejemplo esquemático)



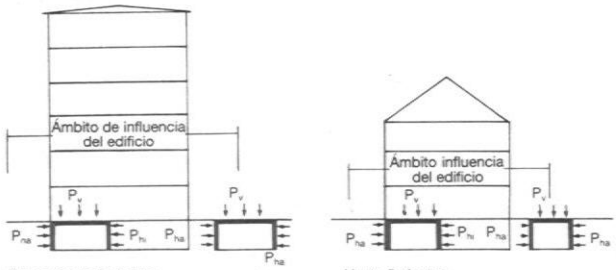
(9) Esquema de zonificación de un edificio



(10) → igual que (9)

REFUGIOS

→ 🕮

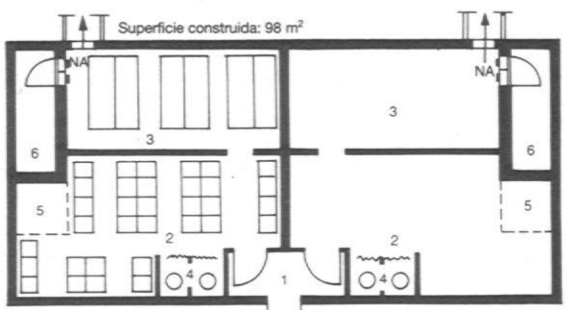


Para más de 5 plantas — Hasta 5 plantas

(1) Cargas estáticas por sobrecarga de derrumbamiento

Sobrecarga por derrumbamiento: se ha de considerar la sobrecarga debida a la caída del edificio por derrumbamiento:

	P_v	15 kN/m²	= 10 kN/m²
	P_{hi}	10 kN/m²	= 10 kN/m²
Para arena y grava	P_{ha}	6,75 kN/m²	= 4,5 kN/m²
Para arcilla de consistencia media	P_{ha}	9 kN/m²	= 6 kN/m²
Para arcilla de consistencia blanda	P_{ha}	11,25 kN/m²	= 7,50 kN/m²
Para todos los suelos debajo nivel freático	P_{ha}	15 kN/m²	= 10 kN/m²



Leyenda:
1 Esclusa de entrada = 3,0 m²
2 Sala de asientos = 2 × 16,6 m²
3 Sala de literas = 2 × 13,4 m²
4 Aseos = 2 × 1,5 m²
5 Ventilación = 2 × 1,7 m²
6 Cuarto de filtros = 2 × 3,0 m²

(2) Dibujo esquemático: dos refugios contiguos para un total de 100 personas

Construir los refugios como edificaciones cerradas y estancas a los gases. Los grandes refugios abarcan entrada con esclusa, sala de vigilancia, sala de estar con botiquín, depósito de agua, aseo y cocina de emergencia, así como instalaciones técnicas. Construir una arqueta de desagüe debajo del refugio. La capacidad de un refugio no debería ser superior a 300 personas, de los refugios de varias plantas 3000 personas. No construir más de 2 grandes refugios uno junto al otro. La capacidad conjunta no debería ser mayor a 5000 personas.

Capacidad refugio	51. . .80	81. . .149	150. . .180	181. . .240	241. . .293
	m²	m²	m²	m²	m²
Salas de estancia[1]	51. . .80	81. . .149	150. . .180	181. . .240	241. . .299
de ellas:					
Salas de enfermos[2]	3,8. . .6	6. . .11	11. . .13,5	13,5. . .18	18. . .22,5
Cocina de emergencia	-	-	5	5	5
Ventiladores	3,5	7	10,5	14	17,5
Depósito de agua	1. . .1,5	1,5. . .2,5	2,5. . .3	3. . .4	4. . .5
Almacén	10	10	20	20	20
Aseos	3,2	3,2. . .4,8	4,8. . .6,4	6,4. . .8	8. . .8,8
Arqueta de desagüe	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cuarto de filtros	4	8	12	16	20
Filtro de polvo (~ en función de la construcción)	3	3	3	3	3
Prefiltro de arena (hasta 2 m de altura)	2. . .3	3. . .5,6	7,5. . .9	9. . .12	12. . .15
Esclusas	1,5	3	3	3	3

[1] Los valores intermedios se han de interpolar linealmente; si la altura libre es inferior a 2,50 m, resultan superficies mínimas mayores
[2] Los valores intermedios se han de interpolar linealmente

(5) Espacio necesario (valores mínimos) superficies útiles

	300 personas	600 personas	1000 personas	2000 personas	3000 personas
Esclusas	2 × 4,5 m²	2 × 9 m²	2 × 15 m²	3 × 15 m² o 20 m² + 15 m²	4 × 15 m² o 2 × 20 m²
Salas de estancia	600 m²	1200 m²	2000 m²	4000 m² 6000 m²	
Salas de enfermos	30 m²	60 m²	100 m²	200 m² 300 m²	
Sala de vigilancia	10 m²	10 m²	10 m² (+ 10 m²)	10 m² (+ 20 m²)	10 m² + (30 m²)
Aseos	6,4 m²	12 m²	20 m²	40 m²	60 m²
Cocina de emergencia	10 m²	10 m²	10 m²	2 × 10 m²	3 × 10 m²
Equipo de acondicionamiento de aire y cuarto de filtros[7]	20 m²	25 m²	30 m²	40 m²	60 m²
Prefiltro de arena (hasta 2 metros de altura)	11,5 m²	22,5²	37,5 m²	75 m²	112.5 m²
Equipo de electricidad de emergencia	–	–	15 m²	20 m²	20 m²
Depósito de petróleo	–	–	7,5 m²	10 m²	15 m²
Depósito de agua	4,2 m³	8,4 m³	14 m³	28 m³	42 m³
Arqueta de desagüe	1,0 m³	1,0 m³	2,0 m³	2,0 m³	2,0 m³

(Para los valores intermedios de capacidad se han de interpolar los valores de la tabla.)

(3) Espacio necesario (valores mínimos)

	1000 personas	2000 personas	3000 personas	4000 personas
Esclusas	En todas las entradas y salidas 1 × 10 m²			
Salas de estancia	2000 m²	4000 m²	6000 m²	8000 m²
Salas de enfermos	100 m²	200 m²	300 m²	400 m²
Sala de vigilancia	10 m² + (10 m²)	10 m² + (20 m²)	10 m² + (30 m²)	10 m² + (40 m²)
Aseos	20 m²	40 m²	60 m²	80 m²
Cocina de emergencia	10 m²	2 × 10 m²	3 × 10 m²	4 × 10 m²
Equipo de acondicionamiento de aire y cuarto de filtros	30 m²	40 m²	60 m²	70 m²
Prefiltro de arena (hasta 2 metros de altura)	37,5 m²	75 m²	112,5 m²	150 m²
Equipo de electricidad de emergencia	15 m²	20 m²	20 m²	25 m²
Depósito de petróleo	7,5 m²	10 m²	15 m²	20 m²
Depósito de agua	14 m³	28 m³	42 m³	56 m³
Arqueta de desagüe	2 m³	2 m³	2 m³	2 m³

(Para los valores intermedios de capacidad se han dé interpolar los valores de la tabla.)

(4) Espacio necesario (valores mínimos)

→ 📖

Sanear, modernizar, rehabilitar o ampliar una construcción antigua exige un procedimiento diferente a la hora de proyectar.

Los edificios antiguos suelen estar protegidos legislativamente.

El punto de partida y fundamento de la modernización es el estudio sistemático del estado actual, en el que cada elemento constructivo significativo, cada detalle, se ha de supervisar cuidadosamente → ⑤.

El estudio del estado actual se estructura en las siguientes fases:

Descripción general de la construcción (solar, características estructurales, leyes, antigüedad del edificio, fases de construcción, características formales constructivo-históricas, materiales de construcción, utilización del edificio, estructura, singularidades constructivas, otros rasgos característicos. Descripción de los materiales de construcción y del nivel de equipamiento técnico, instalaciones, utilización de los diferentes ámbitos del edificio (residencial, industrial, etc.), inquilinos. Datos sobre la financiación, ingresos de alquiler.

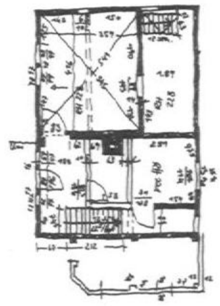
Análisis del estado del edificio por elementos (fachadas, cubierta, escalera, sótano, viviendas, locales comerciales, etc.), planos del estado actual.

Elementos con lesiones más frecuentes: extremo superior de las chimeneas, taponamiento de las chimeneas, armadura de la cubierta (hongos, coleópteros), aleros y canalones, unión cubierta–fachadas, desagües de la cubierta. Falta de aislamiento térmico y barrera contra el vapor, grietas en la obra de fábrica, lesiones constructivas, viguetas de madera podridas, revoco desconchado en las paredes, falta de impermeabilidad en la fachada. Lesiones en las puertas y en las escaleras de madera. Corrosión en las viguetas de acero, falta de aislamiento en las paredes del sótano.

Calefacción, aparatos sanitarios inutilizables. Lesiones en las instalaciones, o eventualmente infra–dimensionadas.



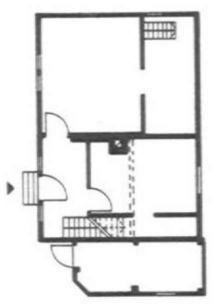
① Levantamiento de planos: croquis del alzado



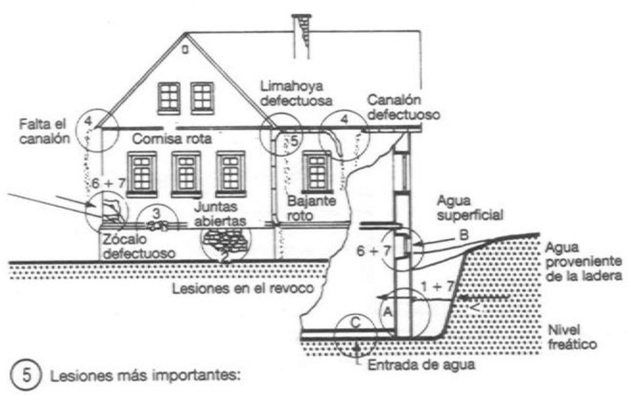
② Levantamiento de planos: croquis de la planta baja



③ Levantamiento de planos: estado actual del alzado



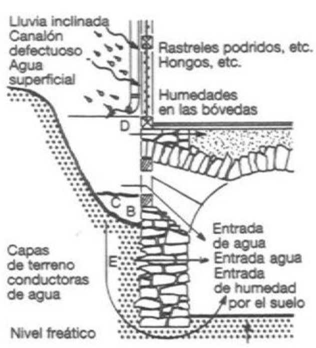
④ Levantamiento de planos: estado actual de la planta



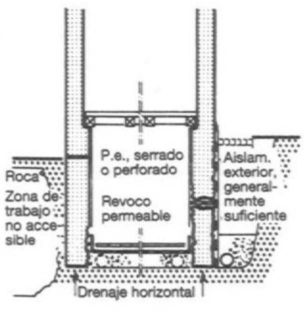
⑤ Lesiones más importantes:



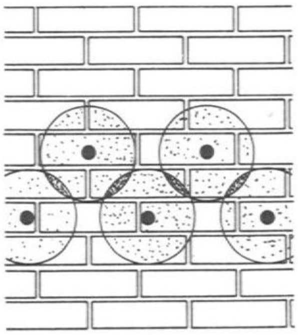
⑥ Lesiones principales debidas al agua superficial



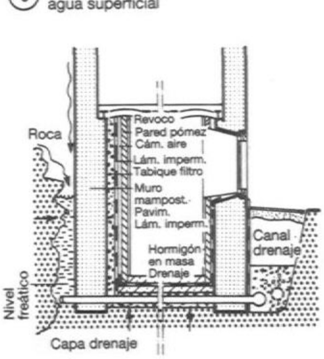
⑦ Lesiones principales debidas a la presión hidrostática del agua



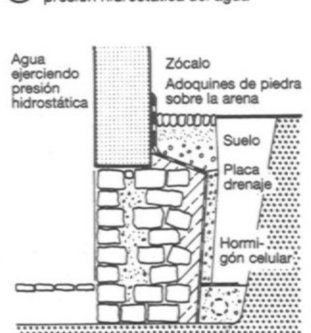
⑧ Aislamiento e impermeabilización horizontal en el sótano



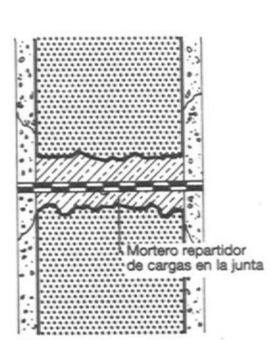
⑨ Estanqueidad por inyección puntual



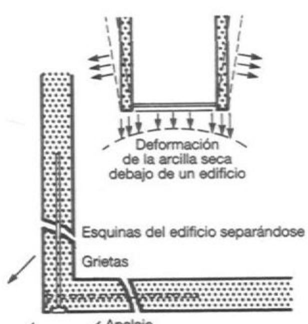
⑩ Estanqueidad en el interior en paredes no accesibles por el exterior



⑪ Rehabilitación de cimientos en contacto directo con el terreno

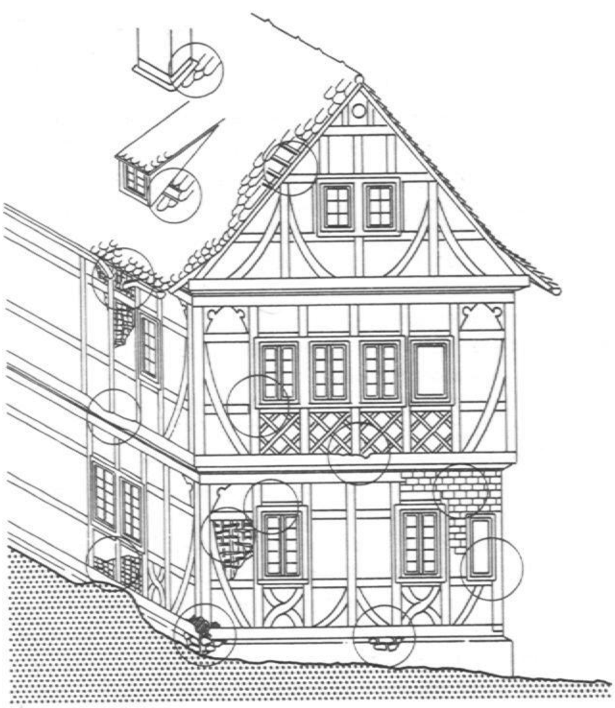


⑫ Impermeabilización horizontal realizada a posteriori (barrera en muro)



⑬ Afianzamiento de una esquina agrietada

→ 📖



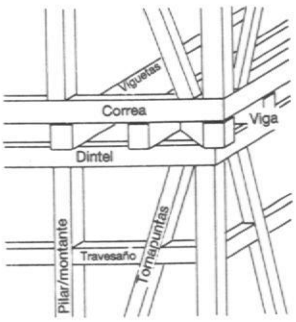
(1) Puntos de lesiones más frecuentes en los edificios con fachadas de entramado de madera

Muros exteriores, entramados de madera

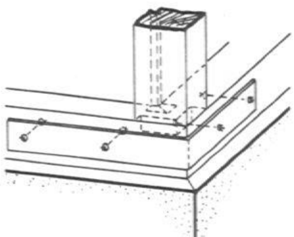
Originariamente, en los entramados de madera no había ningún elemento metálico, ni clavos, tornillos o tuercas. Por lo general, estos edificios se pueden sanear empleando exclusivamente elementos de madera, sin utilizar acero ni hierro → (1).
En el norte de Alemania los entramados se suelen rellenar con fábrica de ladrillo y en el centro y en el sur con arcilla → (10) – (13).
El relleno de arcilla debería conservarse siempre y en caso de presentar lesiones, repararse.

Las ventajas artesanales, constructivas, físicas y biológicas del relleno de arcilla no pueden conseguirse con ningún otro material, hasta ahora no se ha encontrado ningún material que pueda sustituirlo en igualdad de condiciones → (13).
La obra de fábrica rigidiza el edificio, lo que en realidad contradice los principios constructivos de las casas con entramado de madera y los materiales ligeros de relleno apenas tienen capacidad de almacenamiento térmico.

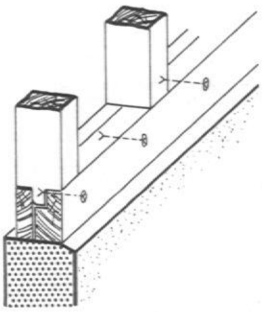
Las fachadas de casas de entramado de madera necesitan un mantenimiento constante en forma de pequeñas reparaciones.
Puntos de lesiones más frecuentes: aristas, alero, canalones, bajantes, encuentro de la cubierta con las fachadas, humedades, condensaciones, podredumbre, hongos, insectos, filtraciones de agua, unión con los vierteaguas de las ventanas, uniones a los edificios vecinos → (1).



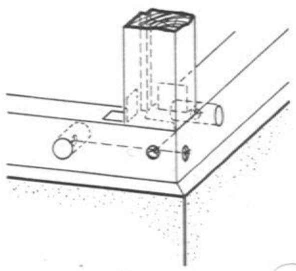
(2) Detalle del entramado de madera de la fachada



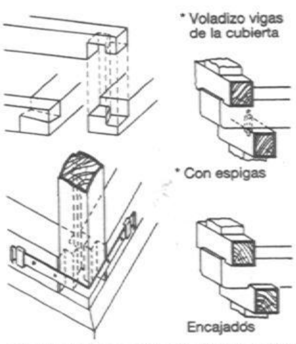
(3) Reforzamiento de la esquina con escuadra de acero



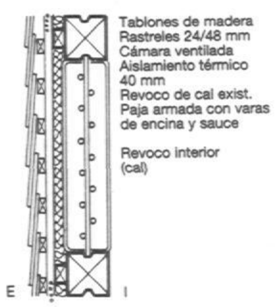
(4) Cambio de la correa en dos fases de trabajo



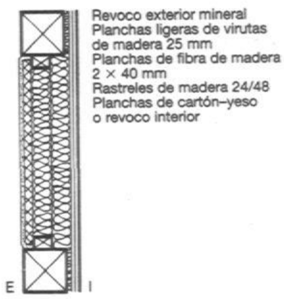
(5) Realización de un nuevo anclaje en la esquina



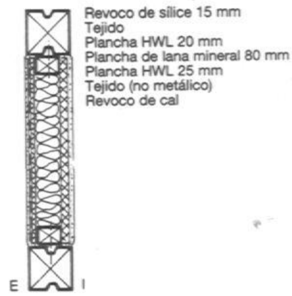
(6) Posible conexión de las correas a 90° (solicitaciones a tracción y compresión)



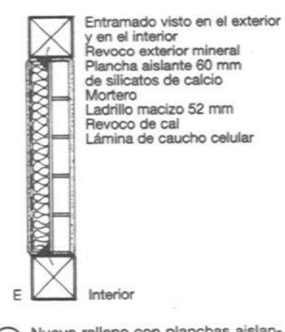
(7) Aislamiento con material con alta capacidad de difusión bajo un revestimiento con ventilación por detrás



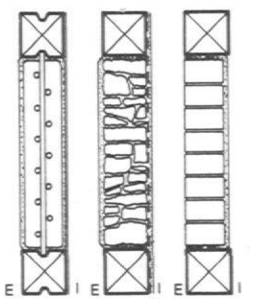
(8) Nuevo relleno con elevado aislamiento térmico, revestimiento interior de todo el entramado



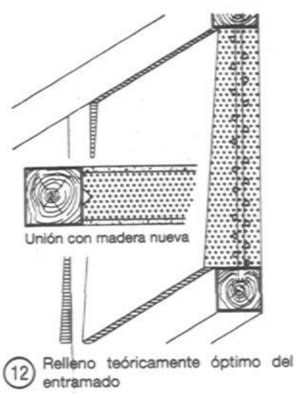
(9) Nuevo relleno, entramado visto en el exterior y en el interior



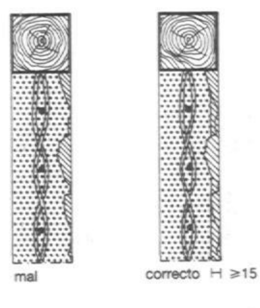
(10) Nuevo relleno con planchas aislantes y ladrillos



(11) Relleno con arcilla, con fábrica de mampostería, con fábrica de ladrillo

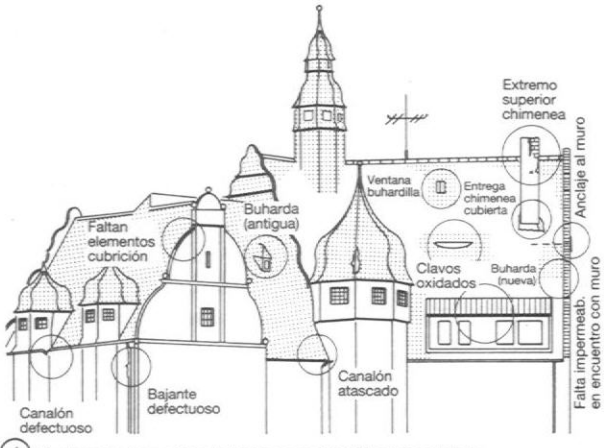


(12) Relleno teóricamente óptimo del entramado

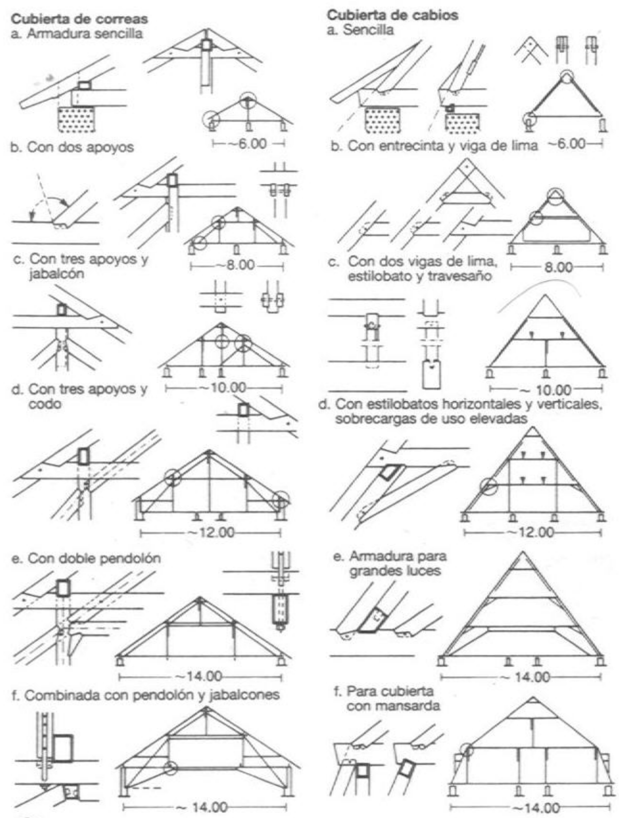


(13) Evitar los encuentros afilados al sanear los rellenos de arcilla

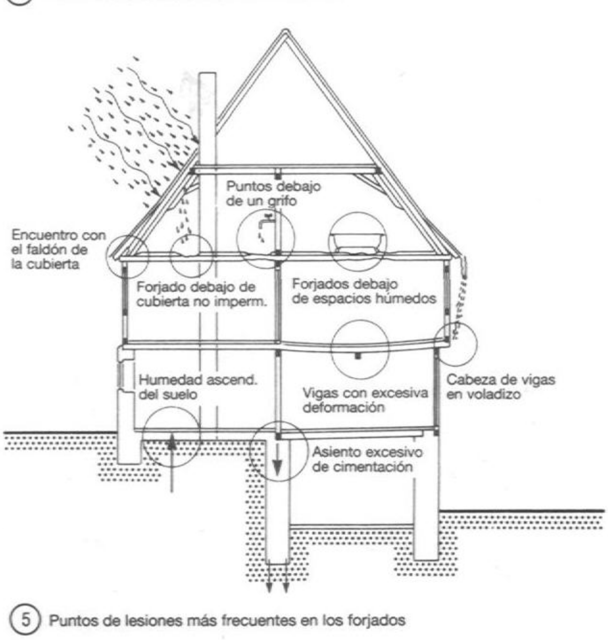
→ 🕮



(1) Puntos más frecuentes de lesiones en el ámbito de la cubierta



(2) Diferentes tipos de armaduras de cubierta



(5) Puntos de lesiones más frecuentes en los forjados

Cubierta:

La función originaria de las cubiertas es la protección, y por ello responden a la función primigenia de la casa.

Las cubiertas son el elemento constructivo más expuesto a las inclemencias climáticas. Las pequeñas lesiones no reparadas pueden ocasionar a la larga graves lesiones.

Por ello, el mantenimiento de la cubierta es de especial importancia. El buen estado de la cubierta y su estructura de apoyo es la base de cualquier saneamiento → (1) y (5).

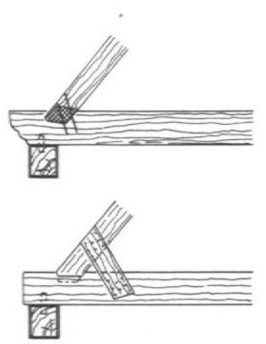
El material empleado históricamente en las estructuras de las cubiertas es, casi exclusivamente, la madera.

Todas las formas de armaduras descansan en cerchas triangulares de diferente forma → (2) – (4).

La forma de transmisión de las cargas varía según el tipo de construcción y su conocimiento es imprescindible para rehabilitar adecuadamente la cubierta.

Las cargas que soporta la cubierta no sólo son el peso propio y la sobrecarga de nieve, sino también la fuerza que ejerce el viento en las superficies relativamente grandes de la cubierta. Por ello, conocer los esfuerzos debidos al viento es imprescindible para la estabilidad → (4).

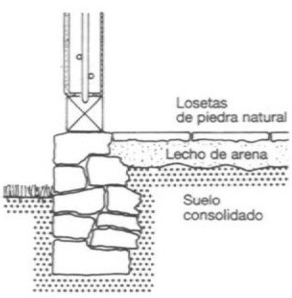
Al renovar los revestimientos del suelo en plantas bajas sin sótano, que no tienen aislamiento térmico ni barrera contra el vapor → (6), es recomendable colocar una capa impermeabilizante con barrera contra el vapor → (7).



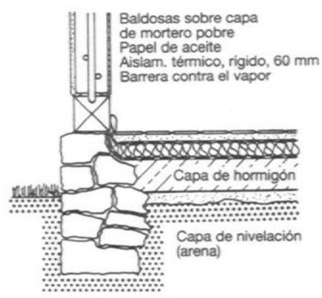
(3) Reparación del apoyo de una cubierta de cabios mediante prótesis sintéticas o estribos de madera



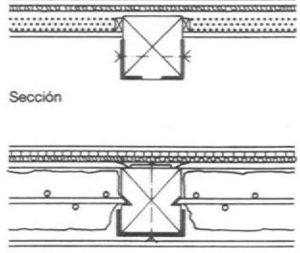
(4) Eliminar los cabeceros provoca el desplazamiento de la armadura de la cubierta al soplar el viento



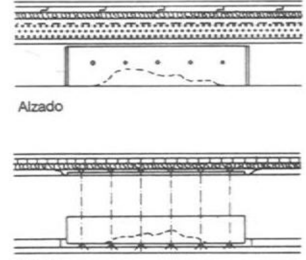
(6) Antiguo pavimento de piedra en edificios sin sótano



(7) Renovación del pavimento colocando un aislamiento térmico y una barrera de vapor sobre una capa de hormigón de mortero de cal



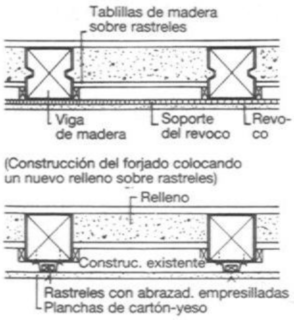
(8) Refuerzo de vigas



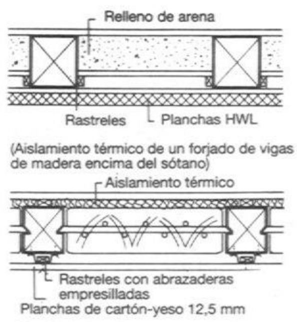
(9) Refuerzo de vigas

Rehabilitación de edificios

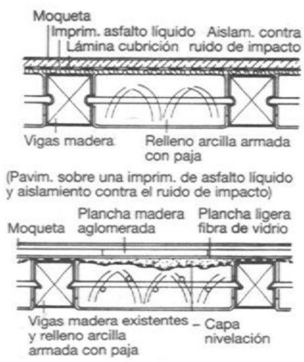
→ 🕮



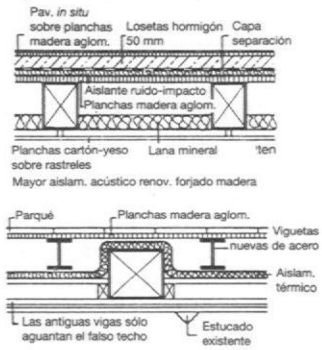
(1) Mejora acústica mediante un falso techo suspendido



(2) Mejora acústica de un forjado rellenado con arcilla



(3) Nuevo revestimiento del suelo, moqueta sobre planchas de madera aglomerada + aislamiento contra el ruido de impacto



(4) Colocación de una nueva capa portante de viguetas de acero (se conserva el envigado de madera existente con un valioso estucado)

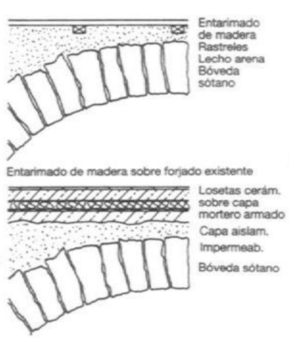
Forjados:

En los edificios antiguos, las vigas portantes solían dimensionarse de forma empírica por el propio carpintero. Por lo general, las cargas son transmitidas por vigas transversales apoyadas en una o varias jácenas longitudinales. En un antiguo libro de construcción de 1900 se recomienda una relación de 5:7 entre el canto y la anchura de las vigas.

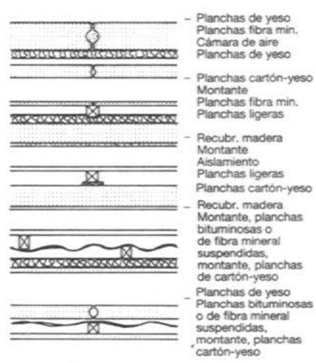
La regla: la mitad de la profundidad de la habitación en decímetros ≅ canto de la viga en cm. Debido al dimensionado citado, los forjados de vigas de madera suelen presentar deformaciones considerables que, sin embargo, no amenazan la seguridad, siempre y cuando no se superen las tensiones admisibles.

Posibilidades de saneamiento → (1) – (4). Reforzamiento de la jácena principal añadiendo vigas de madera. Mejora del reparto de cargas introduciendo viguetas adicionales de acero → (4).

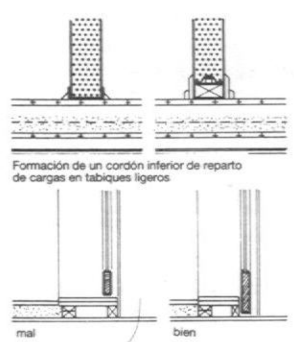
Reducir la luz colocando una o varias jácenas adicionales o una pared portante transversal. Los cambios constructivos en la estructura presuponen un conocimiento exacto de transmisión de cargas y del refuerzo estructural. Para garantizar una correcta transmisión de las cargas se ha de asegurar la resistencia de todas las uniones entre los elementos de la estructura.



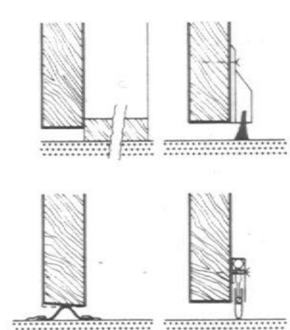
(5) Colocación de un pavimento nuevo sobre las bóvedas del sótano



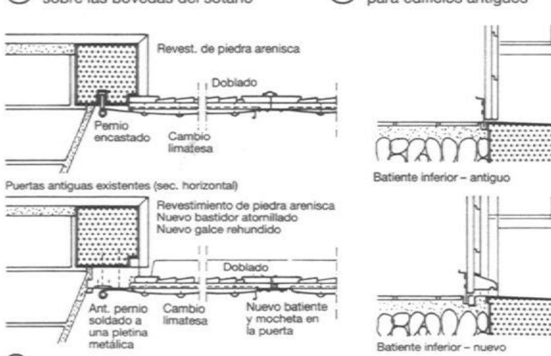
(6) Tabiques ligeros de separación para edificios antiguos



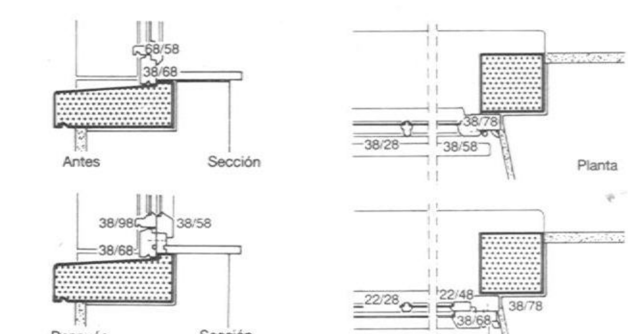
(7) Nivelación en el umbral



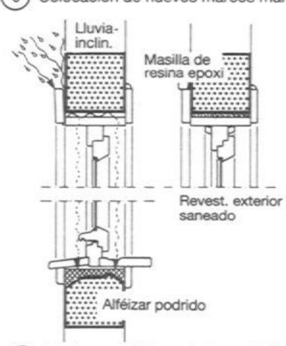
(8) Cuatro posibilidades de dar estanqueidad a puertas antiguas



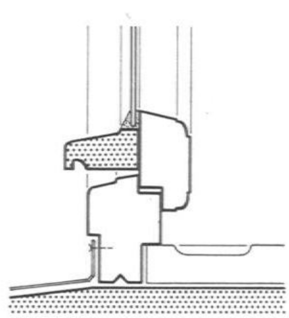
(9) Colocación de nuevos marcos manteniendo la hoja antigua de la puerta



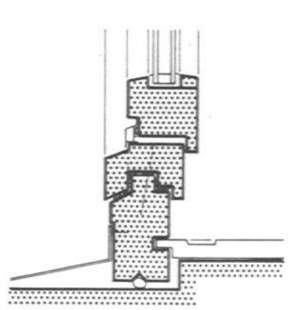
(10) Colocación de doble vidrio en una ventana sencilla



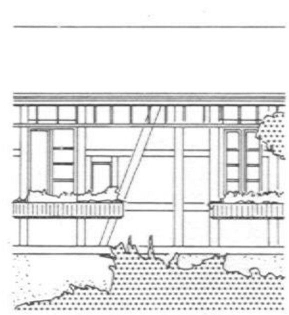
(11) Lesiones debidas a la humedad en el revestimiento exterior



(12) Colocación de un vierteaguas nuevo en el marco existente

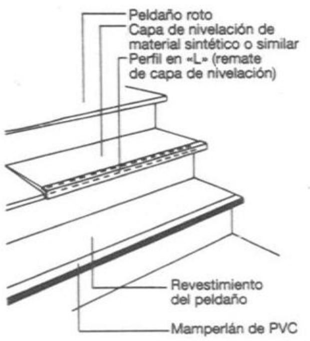


(13) Colocación de una ventana prefabricada

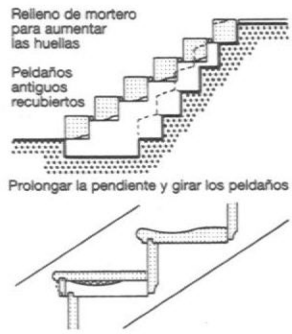


(14) Alzado de un edificio de entramado de madera

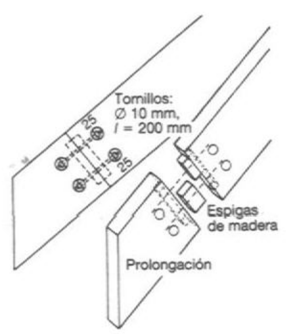
→ 📖



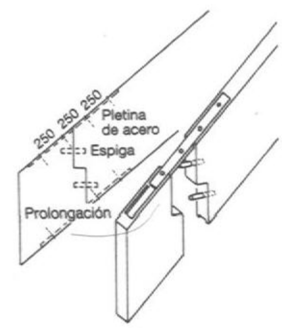
① Renovación de peldaños rotos



② Doblado de una antigua escalera de madera



③ Posibilidades para prolongar la zanca de una escalera



④ Posibilidades para prolongar la zanca de una escalera

Escaleras:

Las escaleras interiores y exteriores son importantes elementos de diseño en los edificios antiguos.

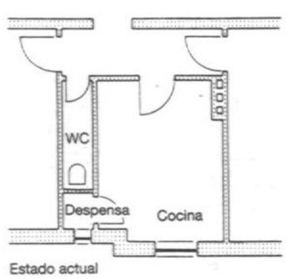
Las escaleras interiores pueden ser de muchos tipos y materiales diferentes. La mayoría suelen ser de madera. La regla más importante en las obras de rehabilitación es reparar aquello que lo necesita → ① – ④.

Las escaleras exteriores suelen ser de piedra natural y sirven, por regla general, para salvar el desnivel entre el terreno y la planta baja → ②.

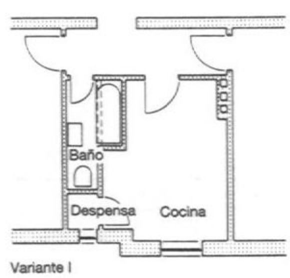
Los peldaños desgastados se pueden girar cuando su cara inferior es del mismo material.

Locales húmedos y baños:

El revestimiento de las paredes y suelos se ha de diseñar y ejecutar con especial cuidado. La lesión más temida es un punto de fuga en duchas y bañeras → ⑫ – ⑭, también la existencia de una barrera contra el vapor defectuosa o su ausencia llevan a la condensación de agua. Esta es la causa de putrefacción y formación de hongos. La mejora de las condiciones sanitarias es una de las medidas de modernización más importantes. El diseño de nuevas soluciones de distribución en planta ha de coordinarse estrechamente con el estado existente, al igual que las necesidades técnicas → ⑤ – ⑨.



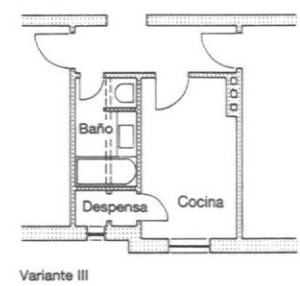
⑤ Variaciones para construir un baño



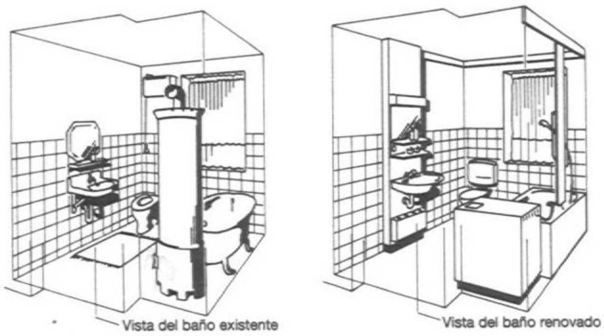
⑥ Ampliación para colocar una bañera



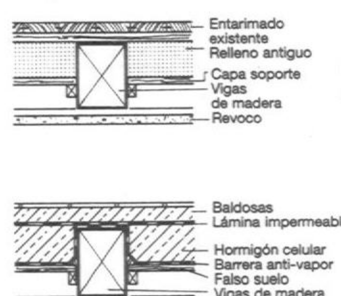
⑦ Baño prefabricado de material sintético



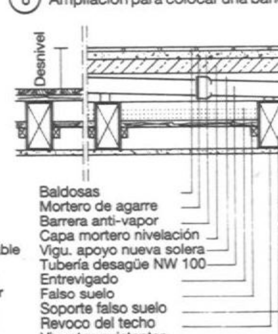
⑧ Ampliación para colocar una bañera



⑨ Instalaciones empotradas



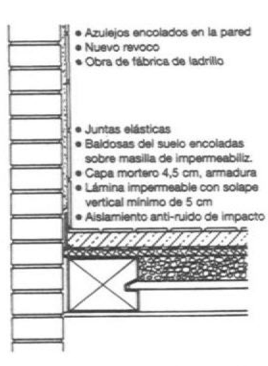
⑩ Impermeabilización convencional de forjados de madera en edificios antiguos



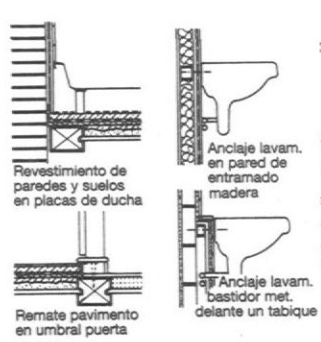
⑪ Colocación de la tubería de desagüe debajo del nuevo pavimento



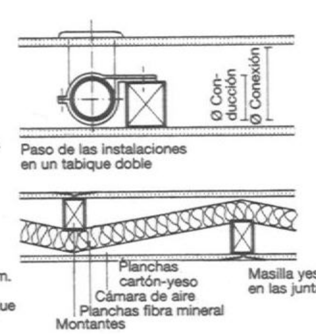
⑫ Revestimiento de paredes y suelos en locales húmedos de un edificio de entramado de madera



⑬ Revestimiento de paredes y suelos en locales húmedos de un edificio de entramado de madera



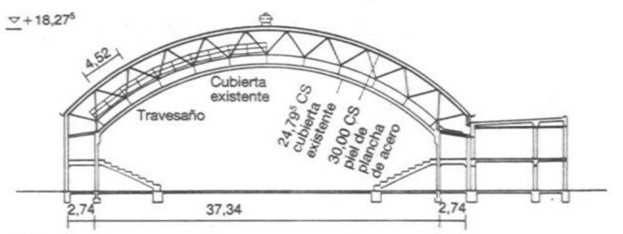
⑭ Detalles constructivos más importantes en los locales húmedos



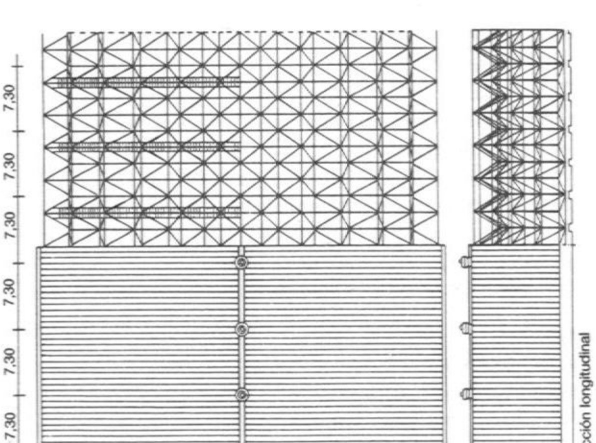
⑮ Doble tabique con aislamiento acústico

De dos capas

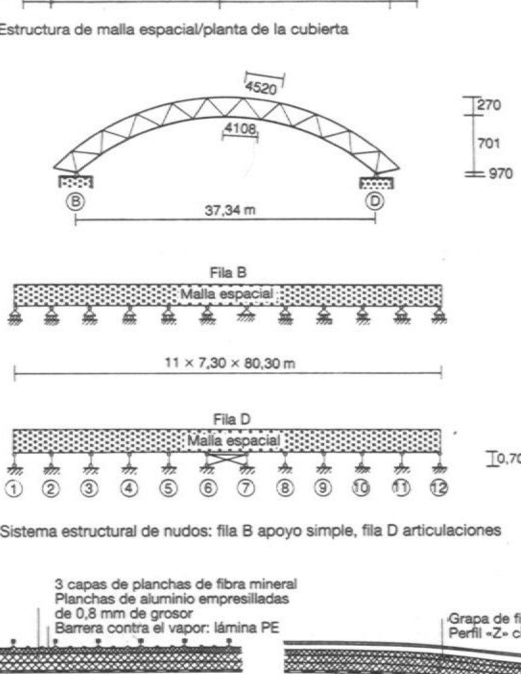
Soluciones ejemplares → 🕮



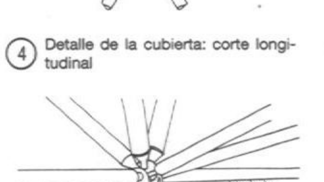
① Sección → ②



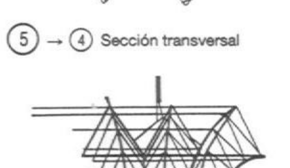
② Estructura de malla espacial/planta de la cubierta



③ Sistema estructural de nudos: fila B apoyo simple, fila D articulaciones



④ Detalle de la cubierta: corte longitudinal



⑤ → ④ Sección transversal



⑥ Pilar de soporte de 70 cm de altura móvil → ③



⑦

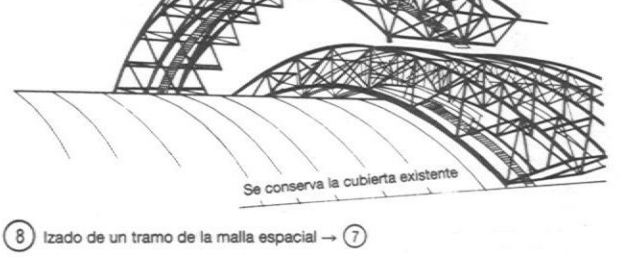
Salvamento de una estructura de madera superponiendo una estructura de acero.

Situación, tarea:
La sala polivalente construida en 1928, en Münster (Alemania), estaba cubierta con una estructura de acero que durante la segunda guerra mundial quedó tan afectada que tuvo que ser renovada por completo. Después de la guerra, el acero era demasiado valioso y durante 35 años una malla de madera en forma de cáscara cubrió, sin pilares intermedios, la sala de 37 × 80 m. La estructura sólo aguantaba su peso propio, carecía de aislamiento térmico, no soportaba una carga de nieve, ni colgaban de ella pasarelas de iluminación o similares.

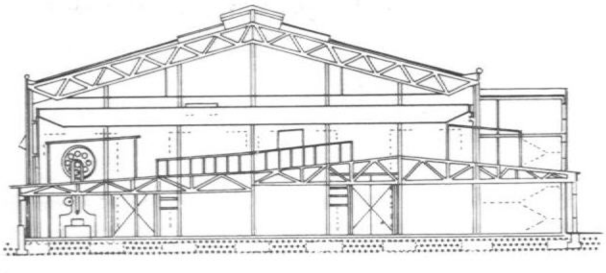
Requisitos de la solución:
La nueva cubierta debía:
— Cumplir la normativa de aislamiento térmico.
— Aislar del ruido exterior y reducir las reflexiones acústicas en su cara interior al mínimo.
La nueva estructura debía:
— Soportar cargas especiales para aparatos de gimnasia, puentes de iluminación, etc.
— Ser transitable.
— Poder apoyarse en la cimentación existente.
— Mantener la tipología estructural de malla espacial.
— Las fases de diseño y ejecución debían ser lo más reducidas posible.

Solución:
Una estructura espacial construida con tubos redondos atornillados en los nudos llevaba a la deseada minimización del peso total, y de la que se podía suspender la estructura existente de madera → ①. 22 arcos espaciales unidos a través de diagonales espaciales cubren una luz de 37,34 m × 80,30 m → ⑦ – ⑧.
Uno de cada dos pilares de apoyo de 70 cm de altura es desplazable, el segundo se proyectó como pilar articulado → ⑥. En el interior de la malla espacial se colocaron 10 barras transversales → ①.
Con pequeñas grúas se montaron 7 grandes elementos constructivos de gran tamaño y hasta 32 t de peso, que en 2 y 1/2 días se izaron con una grúa de 500 t → ⑦ – ⑧.
La estructura está galvanizada y recubierta con una imprimación aislante y de protección contra el fuego y pintura acrílica de PVC. La piel de la cubierta está formada por correas, planchas trapezoidales de acero, barrera contra el vapor, aislamiento térmico y planchas empresilladas como cubrición contra la lluvia → ④–⑤.

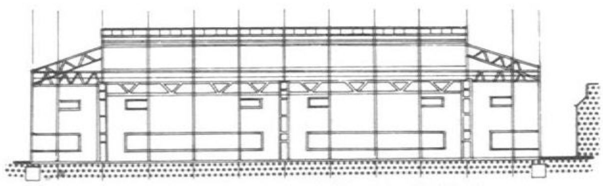
Participantes: Münsterlandhalle GmbH, Ayuntamiento de Münster, empresa MERO y varios ingenieros especializados.



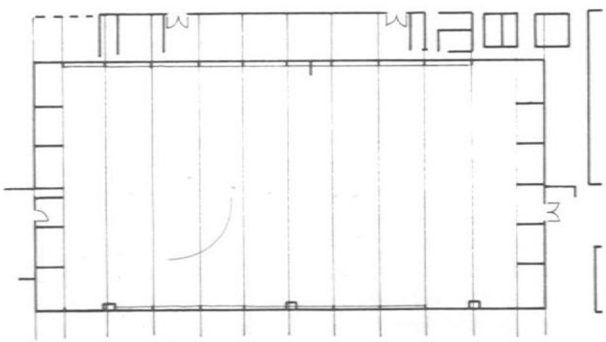
⑧ Izado de un tramo de la malla espacial → ⑦



(1) Superposición de las secciones antigua y nueva → (2)-(3)



(2) Sección longitudinal → (3)

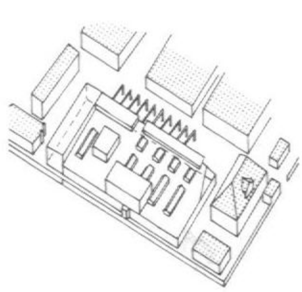


(3) Planta

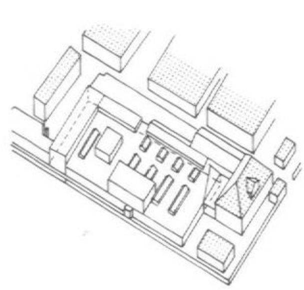
Ampliación y renovación mediante cubrición con una malla espacial de acero.

Situación, tarea:
En un barrio muy edificado de Munich se tenía que renovar y ampliar la nave de una herrería. El edificio ya se había transformado varias veces y se había reemplazado la cubierta para colocar nuevas máquinas → (1) – (3).
La nueva nave debía:
— Tener una altura libre mayor.
— Apoyarse en las trazas existentes, ya que no podía plantearse su derribo y reconstrucción.
— No interrumpir la producción durante más de 2–3 semanas y restringir al máximo las molestias ocasionadas por las obras.
— Por encontrarse junto a un edificio administrativo incluido en el patrimonio histórico, integrarse en el entorno.
— Y finalmente permitir la construcción de un anejo.

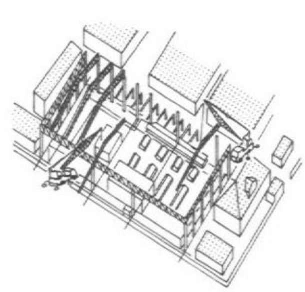
Solución:
Los arquitectos eligieron una estructura de acero, por presentar las siguientes ventajas:
— Cubrición sin pilares intermedios → (2) – (3).
— Grandes luces y reducido peso propio.
— Prefabricación y montaje en poco tiempo con pocos medios auxiliares.
La cubierta inclinada con vigas de celosía está retranqueada en las fachadas laterales para adaptarse a la cubierta a cuatro aguas del edificio administrativo, mantener la separación adecuada y facilitar una ventilación natural. En las paredes exteriores se encuentran las aberturas de entrada de aire y en la cumbrera de la cubierta las de extracción → (9) – (10).
Los muros exteriores están formados por paneles sandwich prefabricados de hormigón, que garantizan el elevado grado de aislamiento acústico que necesita una herrería y un montaje en seco.
Los trabajos de renovación se planearon con precisión: tras el montaje de la nueva estructura de acero se pudo desmontar la vieja cubierta con el nuevo puente grúa al ir cubriendo la nave → (4) – (8).



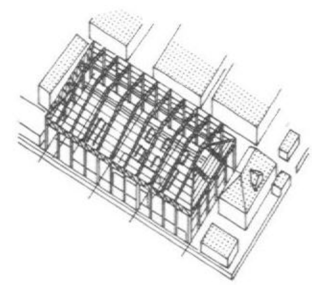
(4) Estado actual al empezar la rehabilitación



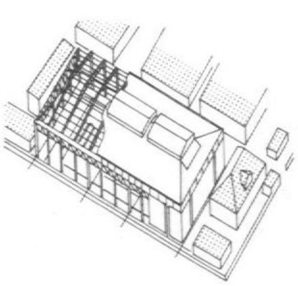
(5) Derribo de la edificación existente entre la forja y la administración



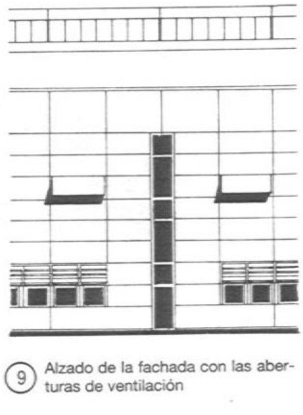
(6) Montaje de los nuevos pórticos de acero por encima de la cubierta existente en la nave



(7) Montaje terminado de la nueva estructura de acero. Comienzo del derribo de las paredes antiguas



(8) La nueva grúa se encarga del derribo de la cubierta antigua y de su extracción a través del lado oeste, aún abierto. Después se cierran las paredes exteriores y la cubierta

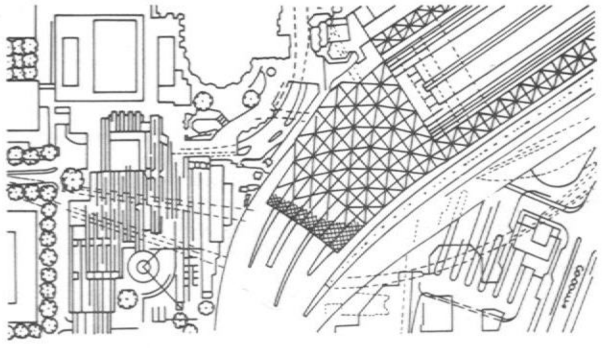


(9) Alzado de la fachada con las aberturas de ventilación

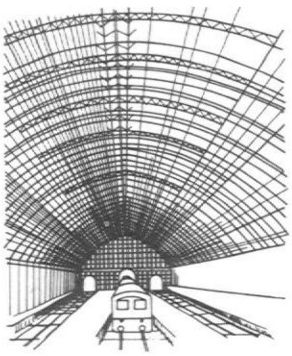


(10) El nuevo edificio se integra en el entorno existente

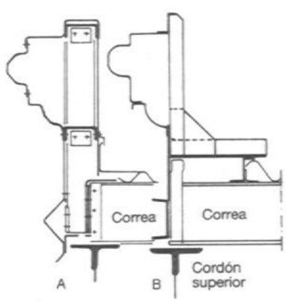
Arqs.: Henn y Henn



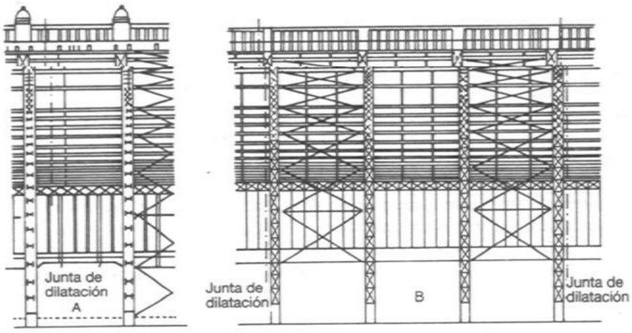
(1) Colonia, estación central con las cubiertas de los andenes — Proyecto: Busmann + Haberer



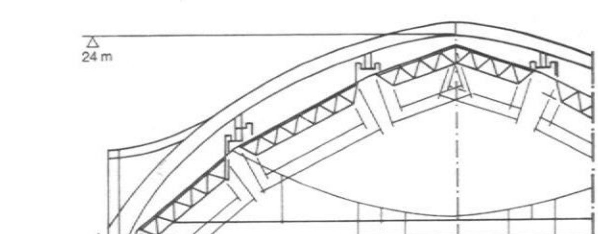
(2) Arcos de 62 m de luz



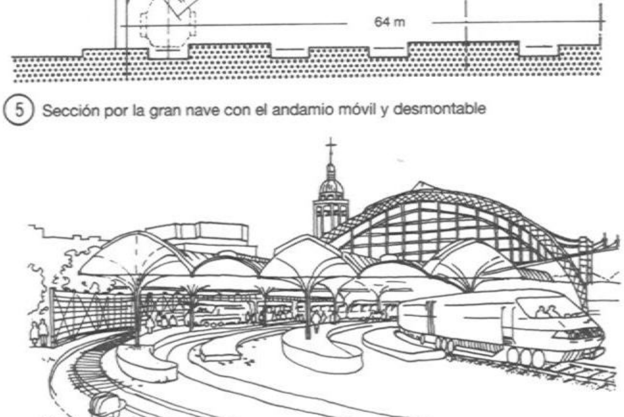
(3) A) Cornisa existente
B) La nueva cornisa en la que se ha reducido el número de perfiles y se ha tenido especialmente en cuenta la conducción de agua



(4) Arriostramiento existente, hasta el andén
Arriostramiento nuevo: vigas transversales de rigidización en el tramo inferior



(5) Sección por la gran nave con el andamio móvil y desmontable



(6) Propuesta — Planificación: West Köln-Aachen

Estación central de Colonia

I. La gran nave sobre los andenes: situación, tarea. En la bonita estructura de acero de los años ochenta formada por 30 vigas en forma de arco, debían sanearse todas las lesiones de corrosión y los daños sufridos durante la guerra, también debía renovarse la piel exterior de la cubierta y las franjas translúcidas. Sin embargo, la forma histórica debía conservarse a pesar de emplear materiales modernos. Los trabajos de construcción no podían impedir el funcionamiento de la estación → (1) – (2).

Solución: una estructura interior a modo de andamio móvil debía servir simultáneamente como protección climática y plataforma para trabajar y evitar la caída de herramientas o materiales a los usuarios de la estación. La estructura espacial de 1400 nudos MERO y 5000 barras estaba formada por 5 elementos, que unidos configuraban un conjunto de 38 m × 56 m. La estructura interior de 50 t de peso se desplazó sobre 6 guías cada tres semanas. Cada uno de los elementos ensamblados en una estación de mercancías se trasladó en vagones y se montó, bajo los arcos de la nave, siguiendo un planning al minuto, → (5). La renovación del arriostramiento muestra cómo se aplicó la nueva técnica en el saneamiento: el antiguo sistema unía las vigas, en forma de arco, dos a dos para formar una unidad rígida. Las barras de arriostramiento llegaban hasta la altura del andén de equipajes. En la nueva estructura se unen las vigas, en forma de arco, de cuatro en cuatro en el tramo inferior para formar un bastidor rígido y con ello se disminuyen las juntas de dilatación → (4). También los detalles de la cornisa, etc., se han vuelto a construir, empleando un número menor de perfiles, aunque ópticamente casi son idénticos, → (3).

II. Las cubiertas de los andenes: situación, tarea.

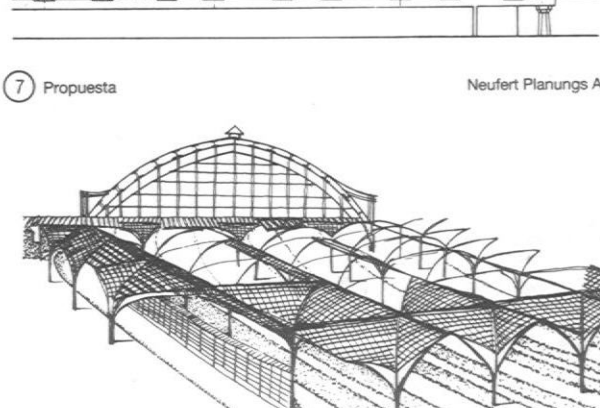
Tras concluir el saneamiento de la gran nave se han de renovar las cubiertas situadas al sur, que debido a su situación respecto a la catedral y al nuevo museo no pueden diseñarse exclusivamente desde la perspectiva de su funcionalidad → (6)–(8).

Solución: en un concurso se aportaron tres proyectos de ideas, en los que se resuelve la cubrición de la difícil geometría de las vías de forma diferente:

1. Una cubrición de los andenes de viajeros como estructura primaria con pieles de diferente curvatura suspendidas entremedio → (6) + (7).
2. Una malla espacial que cubre todos los andenes de viajeros y mercancías a modo de bóvedas de arista → (8). Como este sistema ofrece considerables ventajas, se recomendó su ejecución.

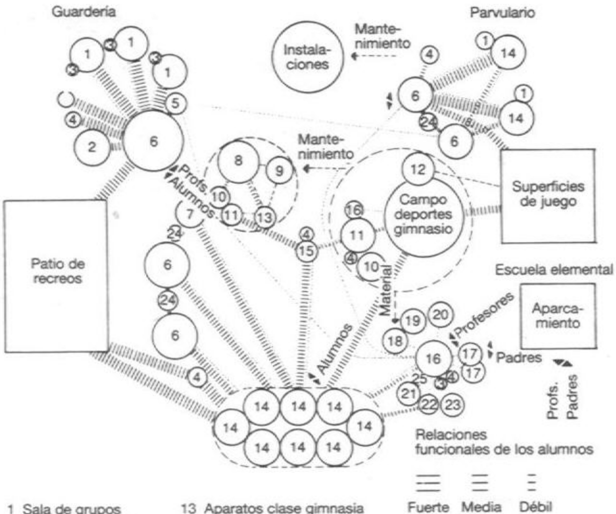


(7) Propuesta — Neufert Planungs AG



(8) El proyecto de Busmann/Haberer y prof. Polónyi propuesto para la realización

Rehabilitación de edificios



1 Sala de grupos
2 Sala de descanso
3 Guardarropía
4 WC
5 Sala de profesores
6 Sala polivalente
7 Seminario
8 Piscina
9 Cuarto de filtros
10 Duchas
11 Vestuario
12 Aparatos de deporte
13 Aparatos clase gimnasia
14 Aula
15 Entrada
16 Sala de descanso profesores
17 Sala de recuperación
18 Conserje
19 Cuarto de limpieza
20 Biblioteca de profesores
21 Jefe de estudios
22 Secretariado
23 Director
24 Material docente
25 Cuarto de máquinas

(1) Espacios y relaciones entre ellos en la enseñanza primaria

Formación general:
Jardines de infancia y clases de preparación, agregadas a escuelas de enseñanza primaria y escuelas para disminuidos.
En Alemania las escuelas de enseñanza primaria son para todos los niños, abarcan los 4 primeros cursos (en Berlín, 6), cursos 1.° a 4.°.
Escuelas para disminuidos, con escolarización obligatoria a tiempo completo para niños con una minusvalía física o psíquica o aquellos que no pueden asistir a una escuela normal con éxito suficiente.
Las escuelas elementales son escuelas de enseñanza media, a continuación de la enseñanza primaria, de 5 cursos (en Berlín, 3), o una etapa de orientación dependiente de la escuela, de dos cursos en Bremen o 3 cursos en Baja Sajonia, cursos 5.° a 9.°, enseñanza media I.
Las escuelas de formación profesional son escuelas de enseñanza media, a continuación de la enseñanza primaria o el 6.° curso de las escuelas elementales, cursos 5.° a 10.°, enseñanza media I.
Los institutos son escuelas de enseñanza media a continuación de la enseñanza primaria o el 6.° curso de las escuelas elementales, cursos 5.° a 13.°, enseñanza media I + II.
Las escuelas globales abarcan los distintos tipos de enseñanza en diferentes configuraciones organizativas y de contenido.

Escuelas de Formación profesional:
Escuelas profesionales para profundizar la formación general y impartir conocimientos profesionales específicos. A tiempo parcial para alumnos con un contrato laboral de formación u otro tipo de contrato hasta los 18 años de edad. Escuelas profesionales para jóvenes con una minusvalía física, o psíquica, generalmente en forma de escuelas a tiempo completo.
Las escuelas de prácticas profesionales, generalmente organizadas según especialidades, para los jóvenes en período de prácticas.
Las escuelas de prácticas profesionales son escuelas a tiempo completo y voluntarias para jóvenes que han terminado su formación escolar, con una duración mínima de 1 año.
Las escuelas superiores de formación profesional están dirigidas a estudiantes que hayan concluido los estudios en una escuela profesional o equivalente como preparación al ingreso en las Escuelas Técnicas Superiores, cursos 1.° a 12.°
Escuelas especializadas para formación técnica voluntaria:
Escuelas de Maestría, Escuelas Técnicas.
Institutos → Capítulo de Escuelas Superiores
La base para establecer los programas de las escuelas son las directrices escolares de los diferentes Estados de Alemania Federal.
Los proyectos de los edificios escolares han de ajustarse a las leyes, normas y directrices locales:
- datos estructurales regionales de crecimiento del estado y de la ciudad, entre otros,
- demás planeamientos regionales de vivienda, tráfico, etc.,
- planificación del territorio, planes de edificación.

Emplazamiento y situación, estructura de la zona y ámbito influencia:
- agregación de superficies de deporte, zonas verdes y demás equipamientos extra-escolares,
- accesibilidad, transportes públicos de cercanías, sistema de autobuses escolares, recorridos peatonales, tráfico privado.

Condiciones del solar, tamaño y edificabilidad:
- valor directriz para escuelas primarias: 25 m²/alumno
- niveles de enseñanza secundaria I + II: 22 m²/alumno
- escuelas de formación profesional,
  a tiempo parcial: 10 m²/alumno
  a tiempo completo: 25 m²/alumno

Programa edificatorio y planificación, en función del número de alumnos, nivel escolar o cursos impartidos, n.° de alumnos por clase, tipo de enseñanza, tipo de escuela, necesidades de espacio y sup. libre.
Existen programas modelo en función de las directrices escolares básicas, que se basan en las necesidades funcionales:
- organización, funcionamiento sólo por las mañanas o todo el día, aulas especializadas o genéricas,
- objetivos pedagógicos y didácticos,
- relaciones espaciales, relaciones docentes, sup. disponible en planta,
- posibilidades y requisitos espaciales,
- equipamiento técnico, iluminación artificial y natural, climatización, ventilación, calefacción, instalaciones de electricidad, radio, televisión, teléfono, agua y saneamiento.

Escuelas especiales:
Las recomendaciones de la comisión de enseñanza del Consejo Superior de Educación alemán están orientadas a la integración de los disminuidos —en tanto sea posible pedagógica y terapéuticamente— en escuelas de no disminuidos, es decir organizar todas las escuelas para que puedan asistir alumnos con minusvalías. Por lo tanto, se han de respetar las ordenanzas regionales sobre supresión de barreras arquitectónicas.

Habitantes en el ámbito de influencia	Nivel escolar y tipo de escuela	Edad alumnos (años)	Curso	N.° de alumnos por escuela	N.° de alumnos por curso	N.° de alumnos por grupo de enseñanza (p.e., por clase valor mínimo/máximo)	Grupos por curso (clases)
aprox. 2000-4000	Enseñanza elemental: Parvulario	3–5	—	60–120 máximo 150	30–60	15/25/20	2–4
aprox. 2000–10 000	Enseñanza primaria: Enseñanza básica	5–10 o 5-12	1–4 1–6	250–500 máximo 600–850	30–150	Curso 1.° 15/30/20 Curso 2.° a 4.° 18/35/25	2–4
Según el tipo de escuela	Escuela especial para aprox. el 5 % de alumnos, siempre que no puedan integrarse en la enseñanza normal	5–15 máximo hasta 25	Antes de las escuelas de formación profesional	Según el tipo de escuela 100–500		6/13/10 según tipo de escuela hasta 12/14/18	—
aprox. 10 000–20 000	Enseñanza secundaria I: Centro escolar/ Escuela conjunta	10–16 o 12–16	5–10 7–10	1200–1800 máximo 2000–2500	150–300	20/35/30	Escuela Elemental Escuela Profesional, al menos 2–3, 4–9 Instituto, al menos 2-3, 4–9
aprox. 60 000–120 000	Enseñanza secundaria II: Escuela sup. conjunta Instituto Alumnos a tiempo completo y parcial de todos los niveles	16–19	11–13	2500–4000 Hasta aprox. 6000	mínimo 80–100 900–1800	Instituto de Enseñanza Media: 13/25/22 Escuelas Profesionales: Teoría: 13/30/22 Taller: 8/16/14	al menos 4 por regla general 6–12

(2) Valores directrices

Escuelas elementales

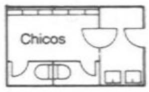
por ejemplo, 2 o 3 secciones	
10 (12) p.e. 15 (18) aulas (10.° curso)	por cada una 65–70 m^2
3 aulas de curso	p.c.u. 45 m^2
Ciencias naturales	
1 o 2 aulas de demostraciones y prácticas	p.c.u. 70–75 m^2
1 o 2 aulas de prácticas, incluidas salas de colecciones y materiales	p.c.u. 40 m^2
1 sala para laboratorio de fotografía	20–25 m^2
Equipamiento:	
1 cocina	70–75 m^2
1 aula y comedor	30–40 m^2
salas para provisiones, material y aparatos de mantenimiento del edificio	30–40 m^2
1 lavadero y vestuario	15–20 m^2
Educación artística y trabajos manuales:	
1 aula para trabajos técnicos	
1 aula para trabajos artísticos	
1 sala de material	
1 lavadero y vestuario	en total aprox. 180 m^2
1 sala para diseño textil	70–75 m^2
2–3 salas para el material docente	p.c.u. 10–15 m^2
1 sala para biblioteca escolar y revistas de la escuela	60–65 m^2
1 sala para la asociación de alumnos	15–20 m^2
1 sala de actos (para un máximo de la mitad de los alumnos con 1 m^2/alumno)	
Administración:	
1 sala de profesores	60–65 m^2
(también sala de reuniones)	80–85 m^2
1 despacho para el director de la escuela	20–25 m^2
1 despacho	15–20 m^2
1 sala para entrevistas con los padres (también sala del médico)	20–25 m^2
1 sala para el conserje (reparto de leche)	20–25 m^2
Deporte:	
Gimnasio cubierto, por cada 10–15 clases	
1 unidad de ejercicios de 15 × 27 m	
Campo de deportes según las necesidades específicas	

Escuelas profesionales

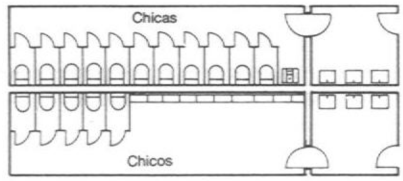
por ejemplo, 2 o 3 secciones	
12 o 18 aulas	p.c.u. 65–70 m^2
1 aula grande (divisible en 2)	85 m^2
2 salas de curso	p.c.u. 40 m^2
Ciencias	
1 aula de demostraciones y prácticas de física	70–75 m^2
1 aula de demostraciones y prácticas de química y biología, o	70–75 m^2
1 aula de demostraciones y prácticas de química	70–75 m^2
1 aula de demostraciones y prácticas de biología	70–75 m^2
1 sala de preparativos para física y química, al mismo tiempo sala de colecciones y material, o	30–35 m^2
1 sala de preparativos de física	30–35 m^2
1 sala de preparativos de química	20 m^2
1 sala de preparativos de biología	30–35 m^2
1–2 salas para grupos de trabajos de ciencias	p.c.u. 30–35 m^2
1 sala para grupos de fotografía	20–25 m^2
Equipamiento	
1 cocina	70–75 m^2
1 sala de enseñanza y comedor	30–40 m^2
salas para provisiones, material y aparatos de mantenimiento del edificio	30–40 m^2
1 lavadero y vestuario	15–20 m^2
Educación artística y trabajos manuales:	
1 aula de dibujo (trabajos artísticos)	
1 o 2 aulas para trabajos manuales (técnicos)	
1 o 1–2 salas de material	
1 lavadero y vestuario	en total aprox. 180–220 m^2
1 sala para diseño textil	70–75 m^2
1 sala de música	65–70 m^2
1 sala auxiliar (instrumentos, atriles)	15–20 m^2
Laboratorio de idiomas	
1 sala de laboratorio	80–85 m^2
1 sala de aparatos y material	10–15 m^2
3 salas para el material docente	p.c.u. 10–15 m^2
1 sala para biblioteca escolar y revistas de la escuela	60–65 m^2 o 70–75 m^2
1 sala para la asociación de alumnos	15–20 m^2
1 sala de actos (para un máximo de la mitad de los alumnos con 1 m^2/alumno	
Administración:	
1 sala de profesores (también sala de reuniones)	80–85 m^2
1 sala de trabajo para los profesores (biblioteca de profesores)	100–105 m^2
(las dos últimas pueden estar juntas)	
1 despacho para el director de la escuela	20–25 m^2
1 despacho para el sustituto del director	20–25 m^2
1 despacho	15–20 m^2
1 sala para entrevistas con los padres (también sala del médico)	20–25 m^2
1 sala para el conserje (reparto de leche)	20–25 m^2
Deporte:	
Gimnasio cubierto, por cada 10–15 clases	
1 unidad de ejercicios de 15 × 27 m	
Campo de deportes según las necesidades específicas	

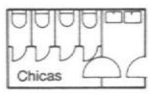
Institutos

por ejemplo, de 2 secciones	
18 { 12 aulas	65–70 m^2
6 aulas (grado superior)	50 m^2
5 { 2 aulas de reserva	65–70 m^2
3 aulas de reserva	50 m^2
1 aula adicional (historia, geografía)	
1 aula para ciencias sociales	50 m^2
Ciencias	
física y biología:	
p.c.u. 1 aula de enseñanza	55–60 m^2
p.c.u. 1 aula de colecciones y material	30–35 m^2
p.c.u. 1 sala de preparativos	30–35 m^2
p.c.u. 1 sala de demostraciones y prácticas química	70–75 m^2
1 aula de enseñanza y prácticas	80–85 m^2
1 aula de colecciones y material	30–35 m^2
1 sala de preparativos	30–35 m^2
2 salas para grupos de trabajos de ciencias	p.c.u. 30–35 m^2
1 sala para grupos de fotografía	20–25 m^2
Equipamiento	
1 cocina	70–75 m^2
1 sala de enseñanza y comedor	30–40 m^2
salas para provisiones, material y aparatos de mantenimiento del edificio	30–40 m^2
1 lavadero y vestuario	15–20 m^2
Educación artística:	
1 aula de dibujo	80–85 m^2
2 aula para trabajos técnicos	60–65 m^2
2 salas de material	p.c.u. 20–25 m^2
1 lavadero y vestuario	20–25 m^2
1 sala para diseño textil	70–75 m^2
1 sala de música	65–70 m^2
1 sala auxiliar (instrumentos, atriles)	15–20 m^2
Laboratorio de idiomas	
1 sala de laboratorio	80–85 m^2
1 sala de aparatos y material	10–15 m^2
3 salas para el material docente	p.c.u. 15–20 m^2
1 sala para biblioteca escolar y revistas de la escuela	70–75 m^2
1 sala para la asociación de alumnos	15–20 m^2
1 sala de actos (para un máximo de la mitad de los alumnos con 1 m^2/alumno)	
Administración:	
1 sala de profesores (también sala de reuniones)	80–85 m^2
1 sala de trabajo para los profesores (biblioteca de profesores)	100–105 m^2
(las dos últimas pueden estar juntas)	
1 despacho para el director de la escuela	20–25 m^2
1 despacho para el sustituto del director	20–25 m^2
1 despacho	15–20 m^2
1 sala para entrevistas con los padres (también sala del médico)	20–25 m^2
1 sala para el conserje (reparto de leche)	20–25 m^2
Deporte:	
Gimnasio cubierto, por cada 10–15 clases	
1 unidad de ejercicios de 15 × 27 m	
Campo de deportes según las necesidades específicas	



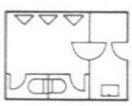
① Lavabos de clase, p.e., para unos 100 chicos aprox. 15 m²



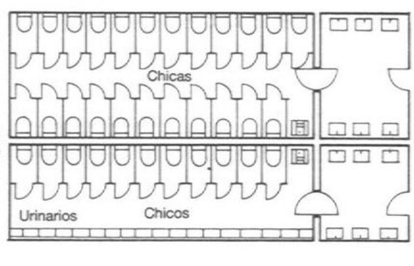


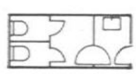
② P.e., para unas 100 chicas aprox. 15 m²

③ Lavabos para recreos, p.e., para unas 250 chicas aprox. 40 m², para unos 250 chicos aprox. 40 m²



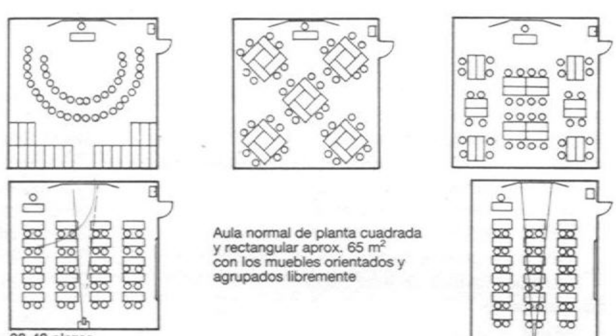
④ Lavabo de profesores, p.e., para unos 30 prof., aprox. 15 m²



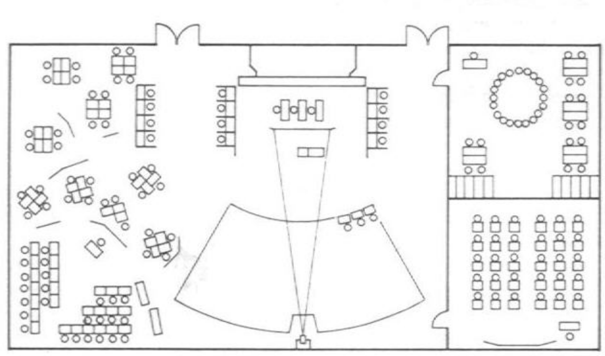


⑤ Para unas 20 profesoras, aprox. 10 m²

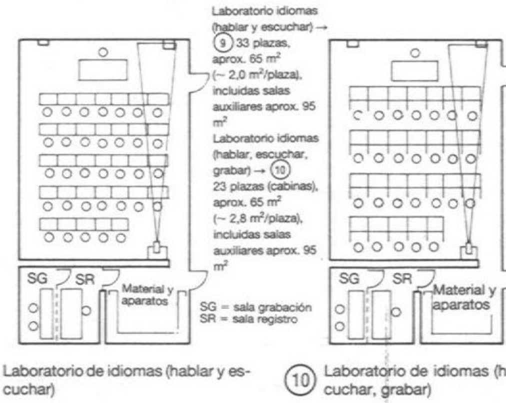
⑥ Por ej., lavabo para unas 500 chicas, aprox. 65 m², para unos 500 chicos, aprox. 40 m²
Las instalaciones mayores se han de descentralizar.



⑦ Aulas para enseñanza general



⑧ Zona de aulas con aprox. 180 plazas para alumnos, aprox. 550 m² como 6 aulas normales y punto de apoyo para los profesores, así como un gran aula continua



⑨ Laboratorio de idiomas (hablar y escuchar)

⑩ Laboratorio de idiomas (hablar, escuchar, grabar)

→ 🕮

Guardarropas descentralizados, fuera de las aulas, aunque en sus inmediaciones → p. 263.

Equipamiento sanitario:
Dimensionado de los lavamanos y demás aparatos según el número total de alumnos, separados por sexos en función de las directrices escolares → ⑪. Los cuartos con inodoros han de tener, a ser posible, iluminación y ventilación directas. Acceso separado para chicos y chicas. Diferentes ejemplos de lavabos en escuelas → ① – ⑥. Comunicaciones horizontales y verticales, por regla general corresponden a los recorridos de emergencia. Anchura libre de los recorridos de emergencia: mínimo 1,00 m/150 personas, para 180 personas 1,25 m de anchura; sin embargo en las zonas de aulas los pasillos han de tener al menos una anchura de 2,00 m. Escaleras en zonas de aulas 1,25 m, demás recorridos de emergencia 1,00 m. Máxima longitud de los recorridos de emergencia 30 m, medidos desde la puerta exterior de la caja de escalera hasta el lugar de trabajo más alejado. La capacidad de la escalera depende del número de usuarios, anchura de la escalera: 0,80 m por cada 100 personas (anchura mínima 1,25 m, pero no más ancha que 2,50 m). Alternativa: 0,15 m por cada 15 personas. (Sólo la planta superior se cuenta con una ocupación al 100 %, las restantes únicamente al 50 %.) La zona de aulas comprende las aulas de enseñanza general, las aulas especiales de mayor tamaño, laboratorios de idiomas, salas de material de enseñanza, de cartografía y demás espacios auxiliares. Las asignaturas impartidas en la zona de aulas son: idiomas, matemáticas, religión, ciencias sociales y políticas, así como las asignaturas optativas (en total, entre el 50 % y el 70 % de las horas de clase semanales).

Necesidades de espacio: en aulas de enseñanza tradicional: 2 m²/plaza, con diferenciación múltiple en el interior casi 3 m²/plaza y para enseñanza en grandes espacios casi 4,50 m²/plaza incluidas las superficies auxiliares necesarias.

Forma estándar: desde rectangular hasta cuadrada (12 × 20, 12 × 16, 12 × 12, 12 × 10 m), esto quiere decir, que dada una profundidad de 7,20 m sólo se pueden colocar ventanas en uno de los lados → ⑦.

Superficie:

Aula convencional	1,80–2,00 m²/alumno
Aula grande	aprox. 3,00–5,00 m²/alumno
Altura libre:	2,70–3,40 m

Laboratorio de idiomas: situado en el interior de la zona de aulas o inmediatamente al lado, a ser posible cerca de la biblioteca o hemeroteca.

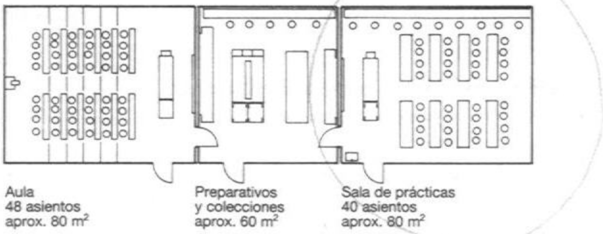
Necesidades: aprox. 30 plazas de laboratorio de idiomas por cada 1000 alumnos → ⑨ – ⑩.

Tamaño: en total, aprox. 80 m², cabina aprox. 1 × 2 m, plazas/laboratorio: 24–30, es decir, de 48–60 m², sin contar las superficies auxiliares.

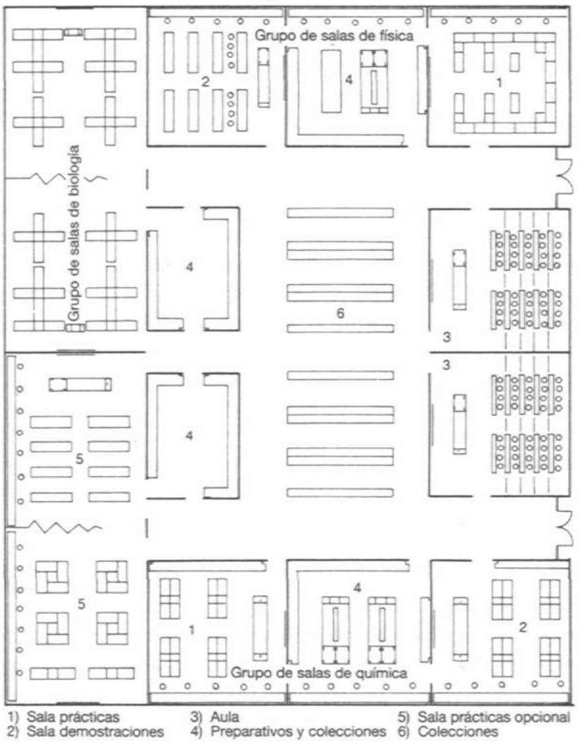
Superficies auxiliares: estudio, sala de grabación, archivo cintas. El laboratorio de idiomas también se puede situar en una zona interior del edificio con iluminación artificial y ventilación forzada.

Tipo de lavabo	Equipamiento	Separ. chicos/ chicas	Situación	Utilización	Además
WC de clase	Inodoros con vestíbulo	No	Junto aula	Durante clases	Eventualmente para el parvulario 2 WC y vestíbulo
WC de intermedios	Inodoros	Sí	Accesible desde el pasillo o el hall	Entre clases	Desde cada aula sin WC ha de haber un lavabo de intermedios a 40 m de distancia como máximo
WC de recreos	Inodoros	Sí	Accesible desde el patio o el hall	Durante recreos	Lavabo en planta baja accesible desde las superficies de recreo
WC para profesores	Inodoros	Separ. señoras/ caballer.	Agregado a zona de profesores o administración	Durante recreos	Eventualmente en conexión con el guardarropa de los profesores

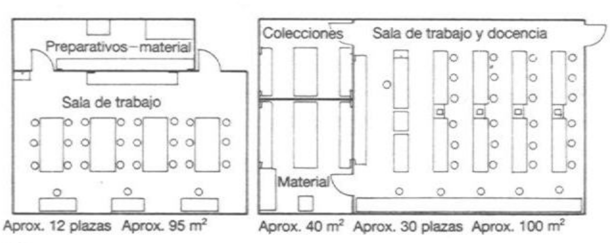
⑪ Inodoros



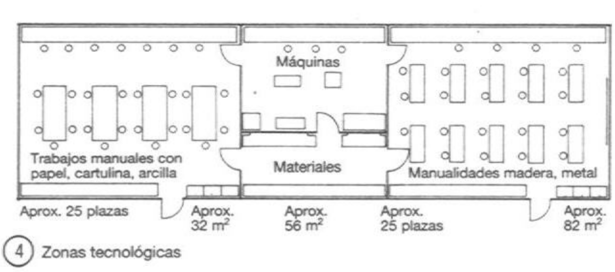
① Salas y zonas para la enseñanza de ciencias



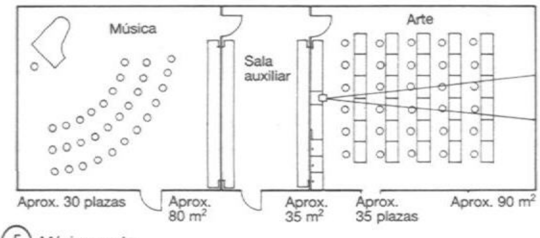
② Zona de ciencias aprox. 400 asientos aprox. 1400 m²



③ Salas y zonas para economía, tecnología, música y arte → ④–⑥



④ Zonas tecnológicas



⑤ Música y arte

La zona de enseñanza de ciencias naturales comprende salas de docencia, de prácticas, de preparación y colecciones, estudio de fotografía y revelado. Aulas de biología, física y química, aprox. 2,50 m²/plaza. Para conferencias y demostraciones aprox. 4,50 m²/plaza para realizar prácticas incluidas las superficies auxiliares necesarias, sin embargo, excluidas las salas auxiliares.

Salas de demostraciones y prácticas para diferentes combinaciones de asignaturas o asignaturas sueltas:
Ciencias naturales, química y biología, física, aprox. 70–80 m² → ①.

Sala de conferencias y demostraciones para las asignaturas de física, biología y eventualmente química, aprox. 60 m², con asientos fijos y escalonados; con acceso independiente para los profesores. Eventualmente sala de prácticas en el interior, iluminada con luz artificial.

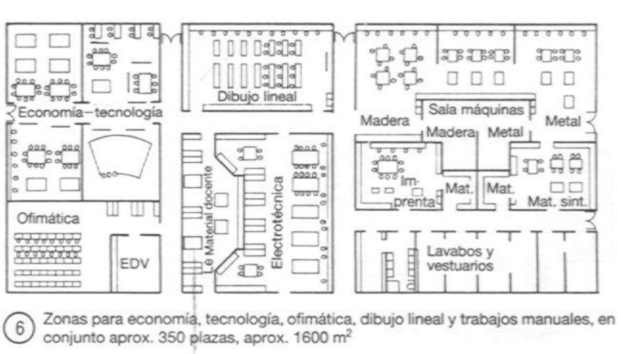
Sala de prácticas para ejercicios escolares y trabajos en grupo, para biología y física o también para prácticas multidisciplinares; es conveniente que pueda dividirse; tamaño aprox. de la sala: 80 m².

Salas de preparativos, colecciones y material para las correspondientes combinaciones de asignaturas o asignaturas sueltas: en conjunto unos 30–40 m² o mejor unos 70 m², según el tamaño de la escuela y la sección de ciencias. Se pueden construir salas interiores iluminadas con luz artificial.

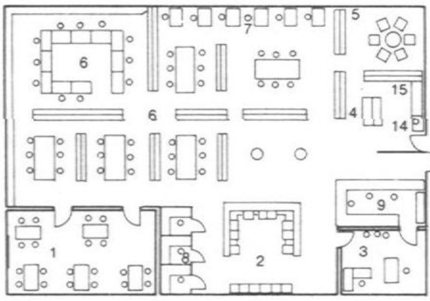
Zonas y salas para la enseñanza de ciencias. Agregar un estudio de fotografía y un laboratorio de revelado. Tipos de superficies o salas: estudio de fotografía, como vestíbulo del laboratorio para realizar fotografías, docencia. Laboratorio de revelado como cuarto oscuro con zonas para el trabajo de positivado (1 mesa de ampliaciones para cada 2–3 alumnos, en combinación con los trabajos húmedos), para el trabajo de revelado de negativos.
Situación de las salas: eventualmente a Norte con condiciones climáticas constantes. Necesidades de superficie en función del número de alumnos, por lo general, de 6 a 14 alumnos por grupo de trabajo, al menos 3–4 m² por puesto de trabajo, tipo de laboratorio fotográfico según zonas y tamaño.

- Laboratorio de una sola sala de 20–30 m², con forma mínima con un solo espacio aislado para la introducción de películas, de aprox. 1,50–2,00 m².
- Laboratorio de dos salas 30–40 m², formado por sala iluminada, esclusa de luz y sala oscura (trabajos de positivado y revelado), cuarto de introducción de películas aprox. 2 m².
- Laboratorio de tres salas, sala oscura–positivado, sala iluminada con las correspondientes esclusas de luz de 1 a 2 m², sin mobiliario, únicamente con lámparas de sala oscura.

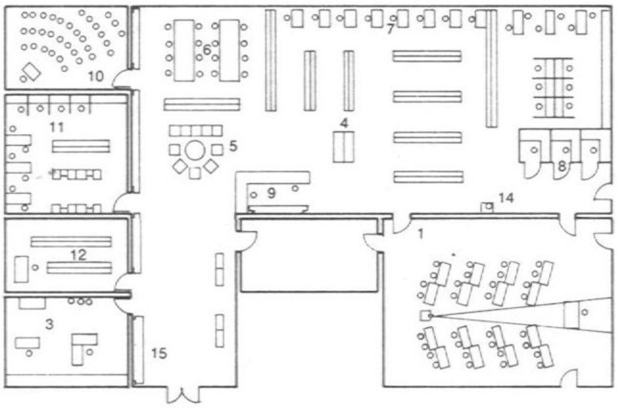
Cierres: cortinas, puertas, esclusa tipo laberinto o giratoria.



⑥ Zonas para economía, tecnología, ofimática, dibujo lineal y trabajos manuales, en conjunto aprox. 350 plazas, aprox. 1600 m²



①



② Ejemplos de biblioteca escolar/medioteca

Biblioteca, medioteca y equipamiento central

Tarea: Centro informativo para enseñanza, reciclaje y tiempo libre.

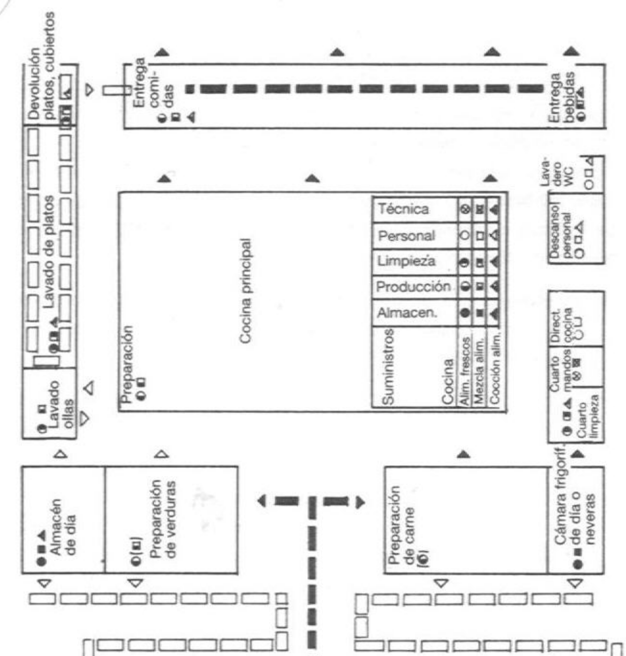
Usuarios: Alumnos, profesores y usuarios de fuera de la escuela. Una biblioteca comprende salas de lectura convencionales para alumnos y para profesores, incluido el servicio de préstamo, puestos de lectura y trabajo, así como el correspondiente depósito de libros y revistas. La medioteca consiste en la ampliación de la biblioteca con posibilidades de grabación y reproducción (hardware) para radio, películas, casetes y magnetófonos, es decir, material audiovisual y el correspondiente material de software.

Necesidades de superficies: en conjunto biblioteca/medioteca: 0,35–0,55 m^2/alumno; en detalle: préstamo y devolución de libros, por puesto de trabajo: aprox. 5 m^2, incluida la superficie destinada a catalogación: aprox. 20–40 m^2.

Asesoramiento: bibliotecario, pedagogo especializado en medios de comunicación, técnico en medios de comunicación, por colaborador: aprox. 10–20 m^2. Almacenaje compacto de libros en depósitos de 1000 libros, considerando unos 20–30 volúmenes por ml de estante, se necesitan aprox. 4 m^2/1000 vols. Estantes de consulta libre, incluida la superficie de movimiento, consulta y catálogos por cada 1000 libros de bibliografía especializada u obras de consulta: aprox. 20–40 m^2. Zona de trabajo general por cada 1000 libros de consulta para aprox. 5 % de los alumnos/profesores: 25 m^2, sin embargo se debe considerar un mínimo de 30 puestos de trabajo para cada 2 m^2: 60 m^2. Por cada archivo de consulta: aprox. 2,5–3,0 m^2. Sala de trabajos en grupo 8–10 personas aprox. 20 m^2 → ① – ②.

Cocinas y cuartos auxiliares

Tamaño y equipamiento en función del tipo de manutención, alimentos servidos y devolución de cubiertos para alumnos jóvenes, eventualmente sistema de servir por grupos de mesas (porciones repartidas por el profesor), sino self service (por cinta transportadora, montaplatos, mostrador, cafetería «free-flon», torno, etc.). Capacidad: desde 5–15 comidas/minuto o 250–1000 comidas/h en función del personal destinado. Superficie necesaria del sistema de suministro aprox. 40–60 m^2. Comedor en función del número de alumnos, al menos 1,20–1,40 m^2 por alumno. Estructurar las grandes superficies en salas individuales. A partir de aprox. 40 plazas de comedor prever un lavamanos en el ámbito de la entrada → ③ – ④.



③ Esquema de relaciones en una cocina escolar



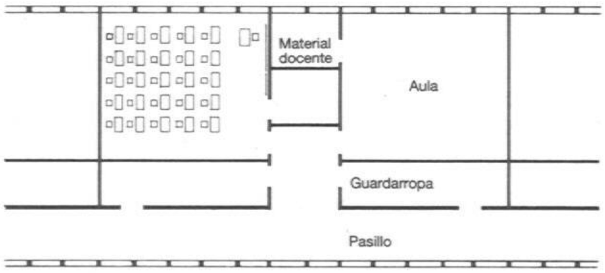
④ Suministro de alimentos, suministro de platos y cubiertos y comedor

Escuelas de enseñanza primaria

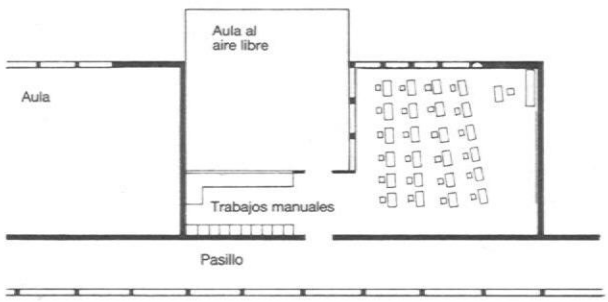
Aula única para cada curso, a ser posible de forma cuadrada, en casos excepcionales rectangular, máximo 32 alumnos, mínimo 65–70 m^2 (aprox. 2,00 m^2 × 2,20 m^2/por alumno) a ser posible con iluminación por dos lados → ③ + ⑥, con posibilidades para colocar los muebles libremente o alineados.

Pared anterior: pizarra abatible, superficie de proyección, conexión para TV, radio, magnetófono, etc. cerca de la pizarra o la entrada. Posibilidad para fijar mapas murales. Posibilidad de oscurecer las ventanas. Las salas para grupos, en forma de superficies de trabajo separadas para diferenciar el espacio interior, ya sólo se construyen en casos excepcionales.

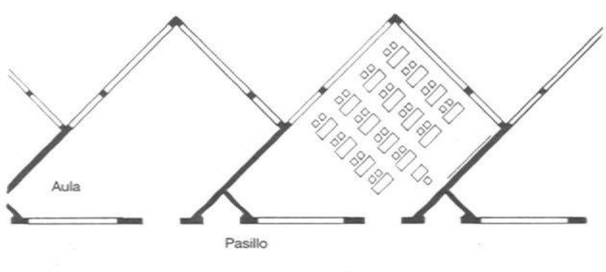
Alternativa a las aulas aisladas y salas para grupos: agrupamiento de 2-3 aulas formando superficies de enseñanza para conversaciones y debates entre profesores y alumnos, conferencias en la sala grande y subdivisiones mediante paneles correderos. Cortavientos y vestíbulo de entrada, al mismo tiempo superficie de distribución para las comunicaciones horizontales y verticales (pasillos, escaleras, rampas), eventualmente como sala de recreo (0,50 m^2/alumno). Ámbito polivalente, es suficiente con aprox. 12-15 m^2. Situación en el centro, agregado a la zona de profesores o a las salas polivalentes.



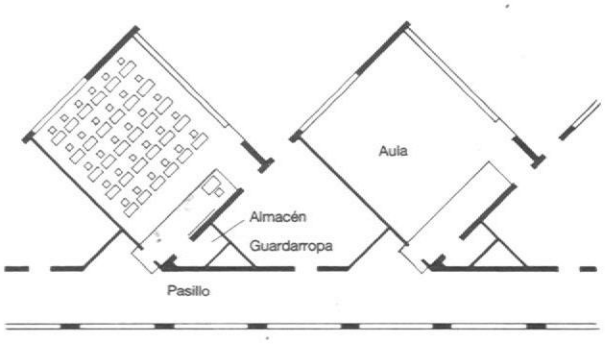
① Aulas iluminadas y ventiladas por ambos lados por encima del guardarropa y el pasillo. Vestíbulo para cada dos aulas y cuarto auxiliar para cada una de ellas
Arqs.: Yorke, Rosenberg, Mardall



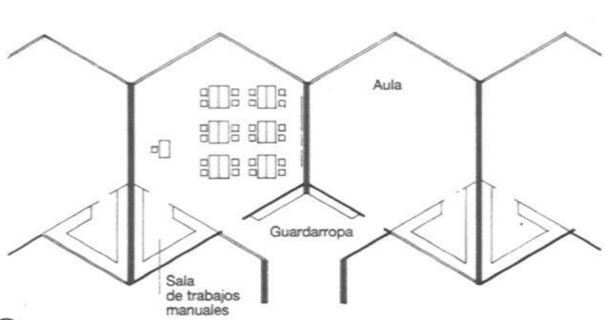
② Agrupamiento de aula, aula al aire libre y espacio para trabajos manuales, propuesta tipológica
Arq.: Neutra



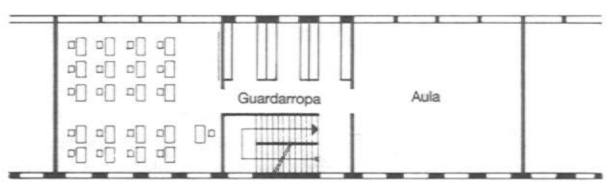
③ Planta en forma de dientes de sierra, peligro de molestias mutuas
Arq.: Carbonara



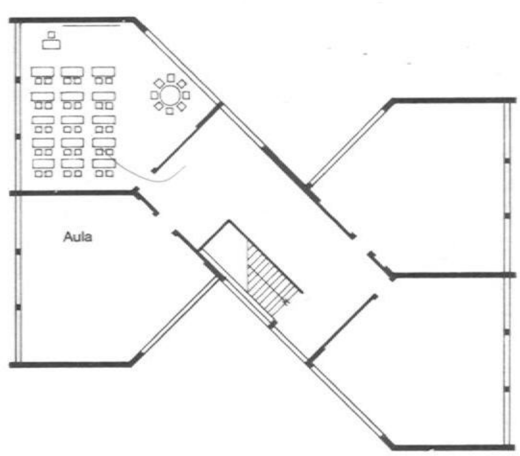
④ Aulas con iluminación adicional a través de ventanas altas en la cara posterior, sin visión desde el aula contigua. El ensanchamiento del pasillo delante de cada aula se destina a guardarropa y almacén
Arq.: Carbonara



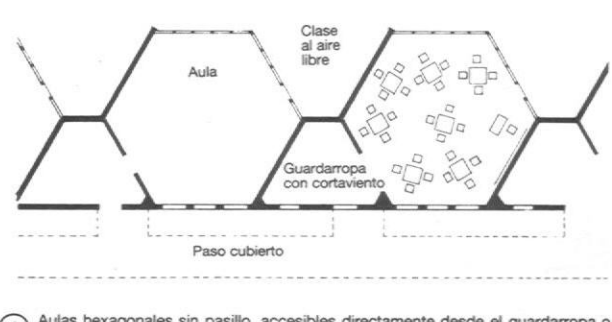
⑤ Aulas de forma hexagonal con salas triangulares para trabajos manuales
Arq.: Brechbühlen



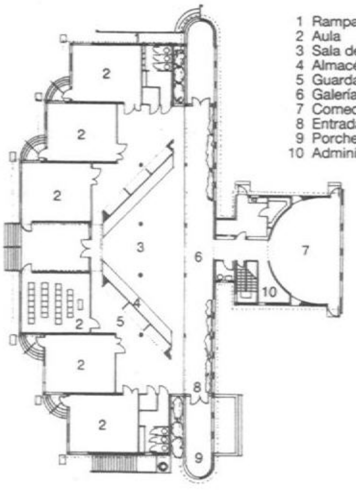
⑥ Una escalera por cada dos aulas, iluminación por los dos lados todas las aulas
Arq.: Schuster



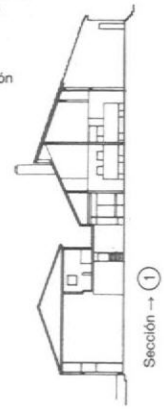
⑦ Cuatro aulas por planta con iluminación por dos lados, ampliación lateral para clases en grupo
Arqs.: Haefeli, Moser, Steiger



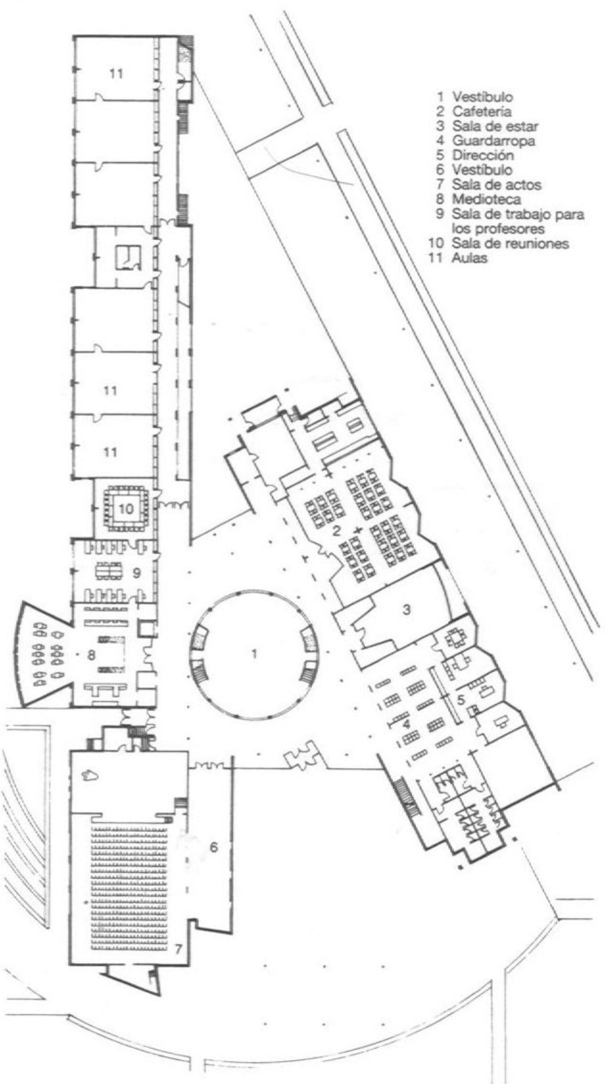
⑧ Aulas hexagonales sin pasillo, accesibles directamente desde el guardarropa o cortavientos
Arq.: Gottwald, Weber



1 Rampa
2 Aula
3 Sala de actos
4 Almacén de sillas
5 Guardarropa
6 Galería
7 Comedor
8 Entrada
9 Porche
10 Administración

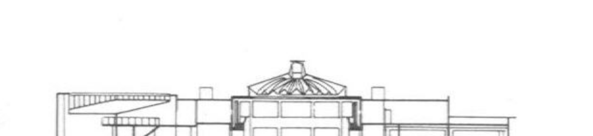


① Planta baja - Escuela de oficios Arqs.: Mitchell/Giurgola

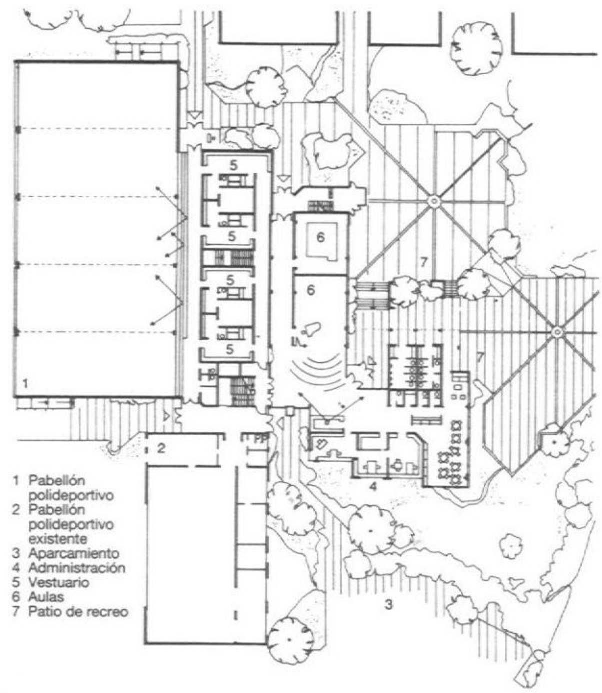


1 Vestíbulo
2 Cafetería
3 Sala de estar
4 Guardarropa
5 Dirección
6 Vestíbulo
7 Sala de actos
8 Medioteca
9 Sala de trabajo para los profesores
10 Sala de reuniones
11 Aulas

② Planta baja de una escuela en Wohlen (Alemania) Arqs.: Burkard, Meyer, Steiger

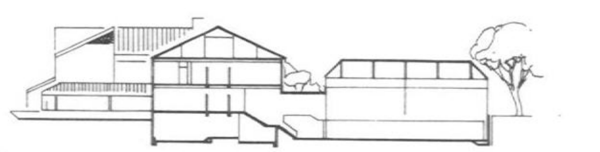


③ Sección → ②

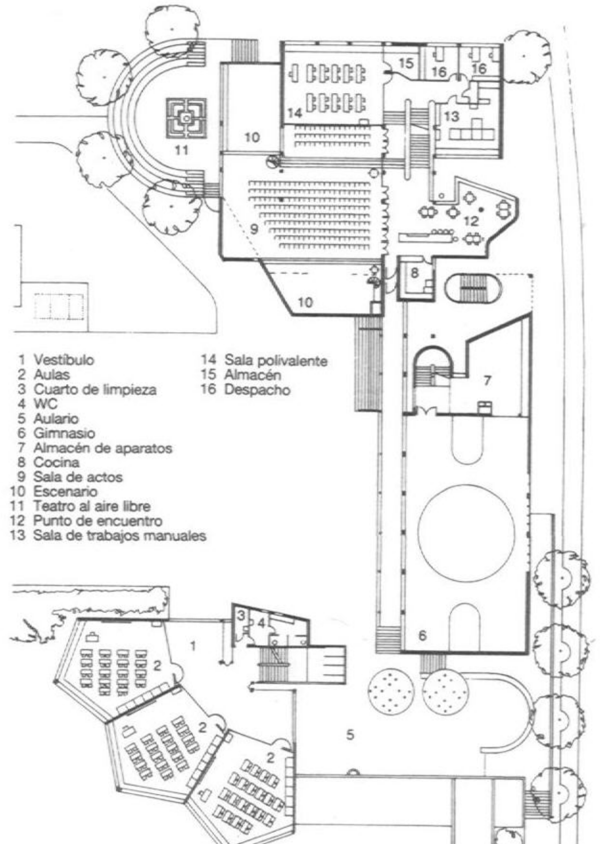


1 Pabellón polideportivo
2 Pabellón polideportivo existente
3 Aparcamiento
4 Administración
5 Vestuario
6 Aulas
7 Patio de recreo

④ Planta baja - escuela primaria Arqs.: B y C Parade



⑤ Sección → ④



1 Vestíbulo
2 Aulas
3 Cuarto de limpieza
4 WC
5 Aulario
6 Gimnasio
7 Almacén de aparatos
8 Cocina
9 Sala de actos
10 Escenario
11 Teatro al aire libre
12 Punto de encuentro
13 Sala de trabajos manuales
14 Sala polivalente
15 Almacén
16 Despacho

⑥ Planta piso de una escuela en Zürich Arq.: Naef, E. Studer + G. Studer

GRANDES SALAS EN ESCUELAS

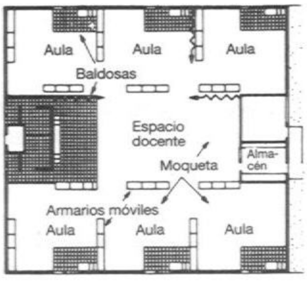
→ 🕮

La construcción de grandes superficies de oficinas es tan frecuente en la actualidad, que ha influido también en la construcción de escuelas, ya que presentan necesidades similares en cuanto a dimensiones del espacio, iluminación, ventilación, condiciones acústicas, revestimiento de suelos y paredes, mobiliario y colores.
Principal ventaja: flexibilidad → (1) + (2) → 🕮. Enseñanza en grupos (team-teaching) ≦ 100 alumnos. Superficie por alumno (sin núcleo) aprox. 3,4 m^2–4 m^2.
El diseño debe permitir la construcción posterior de tabiques de separación; → (4) muchos ejemplos americanos → 🕮. Ejemplo modélico en Alemania: Escuela Tannenberg en Seeheim → (3). Sin embargo, los problemas aparecen en la conducción vertical de las instalaciones, regatas en las paredes, etc. como consecuencia de la posibilidad de montar tabiques de separación con aislamiento acústico → (4). El revestimiento del techo ha de ser desmontable para poder acceder a las instalaciones colocadas en la cámara de aire → (5).
Gran grupo de 40–50 alumnos, que se pueda dividir, por un lado, en grupos medios de 25–26 alumnos, y por otro, en grupos pequeños de 10 alumnos → (3). Módulo 1,20 × 1,20 m; altura libre: 3 m. Se pueden colocar paneles móviles para poder subdividir un gran espacio en pequeñas aulas convencionales → (4). Otras posibilidades de subdivisión → (1) + (2) y (6) – (8). Ejemplos de distribución de las sillas en conferencias con proyección de imágenes → (9) – (10).

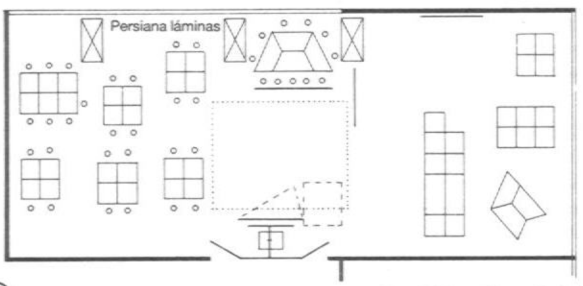
Los pedagogos señalan que las personas recuerdan sobre todo aquello que han hecho ellos mismos y en particular el:
10 % de aquello que leen
20 % de aquello que oyen
30 % de aquello que ven
50 % de aquello que oyen y ven
70 % de aquello que dicen ellos mismos
90 % de aquello que **han hecho** ellos mismos, de aquello en lo que han participado.



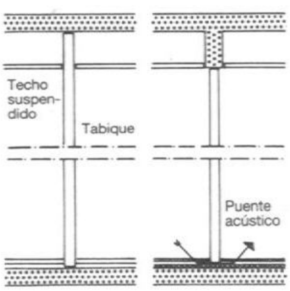
(1) Escuela sin tabiques de separación



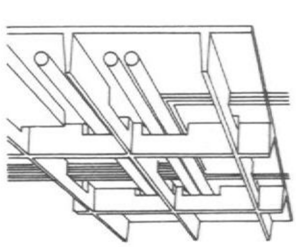
(2) Subdividido con armarios móviles

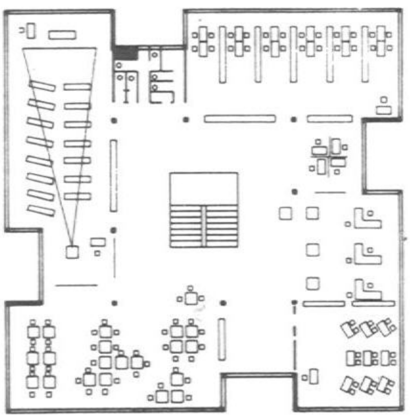


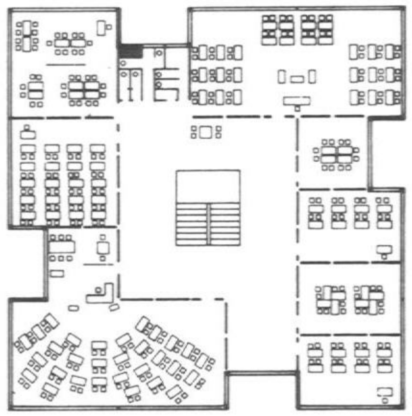
(3) Escuela de enseñanza en grupos Escuela Tannenberg, Seeheim

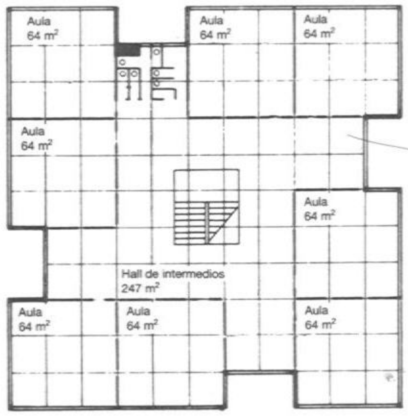


(4) Entrega de los tabiques con el suelo y el techo

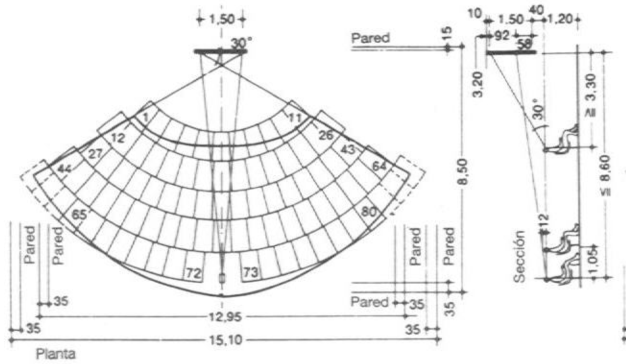

(5) Cámara para el paso de instalaciones bajo el forjado


(6) Planta flexible para 8 clases

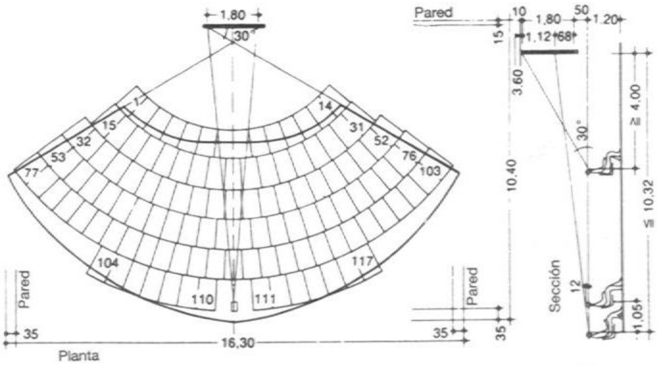

(7) Diferentes zonas funcionales



(8) Grupos diferenciados

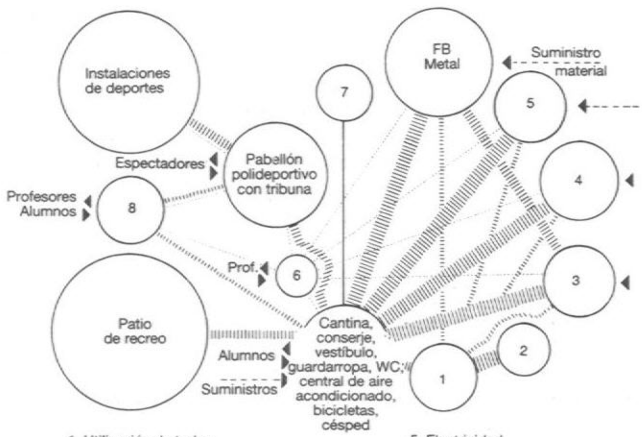


(9) Disposición de asientos para 80 alumnos ≧ 10 años para proyectar películas, diapositivas y retroproyección



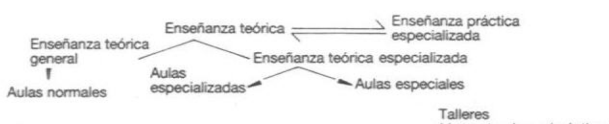
(10) Para 117 alumnos ≧ 10 años

→ 🕮

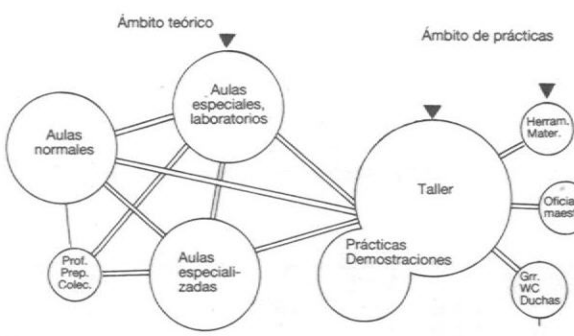


1 Utilización de todas las superficies libres
2 Dibujo
3 Electrotécnica
4 Trabajos manuales
5 Electricidad
6 Administración
7 Vivienda del conserje
8 Aparcamiento (profesores, alumnos, visitas)

(1) Esquema de relaciones funcionales en una Escuela de Formación Profesional



(2) Tipo de enseñanza y relaciones entre espacios

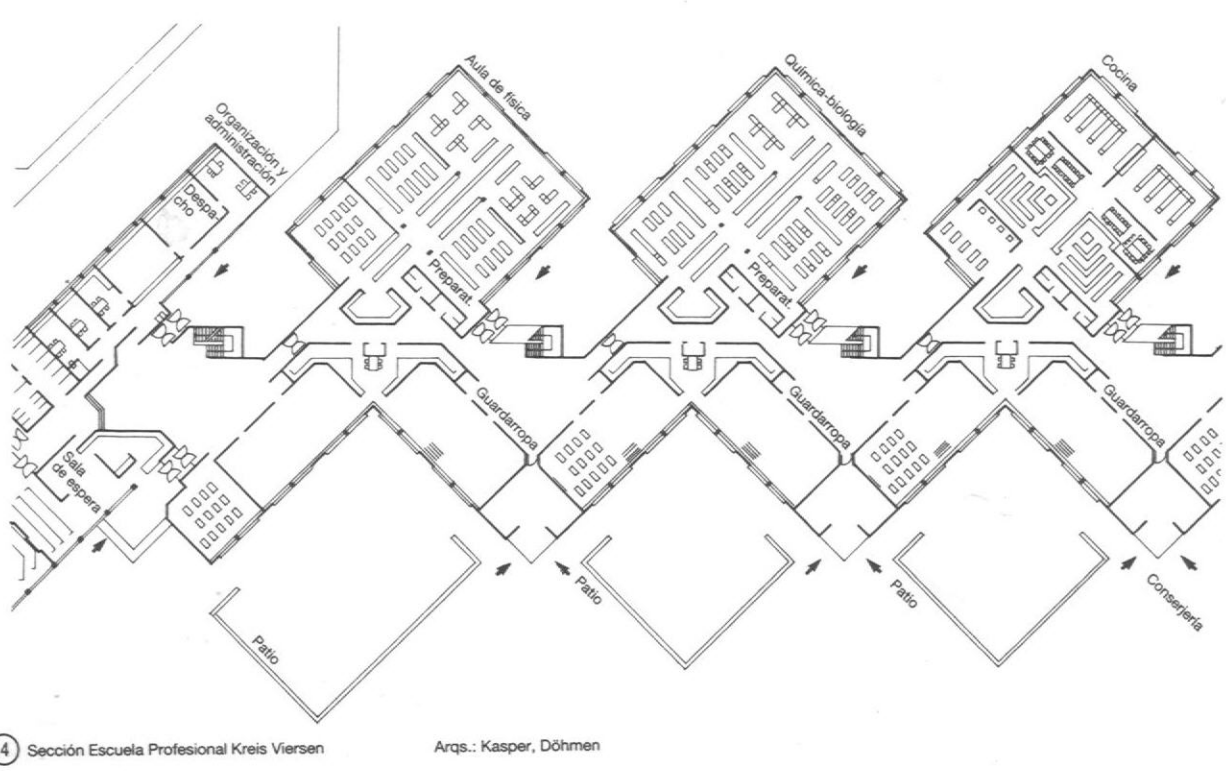


(3) Organización de los ámbitos

Las escuelas de formación profesional —incluidas las escuelas de iniciación a la profesión, las escuelas de maestría industrial y las escuelas de oficios— suelen agruparse en centros de formación profesional. A ellas asiste casi el 75 % de los jóvenes de 14 a 18 años de edad sometidos a la obligatoriedad de la llamada escolarización a tiempo parcial. Junto a los cursos a tiempo completo, la enseñanza a tiempo parcial es habitual: complementar los estudios con el ejercicio de prácticas profesionales de aprendizaje. La formación se suele dividir en 11 secciones: 1. economía y administración, 2. metal, 3. electrotécnica, 4. madera, 5. materiales textiles y revestimientos, 6. química, física y biología, 7. imprenta y papel, 8. interiorismo, 9. higiene, 10. nutrición, 11. economía agraria. La oferta de las escuelas profesionales depende de las circunstancias específicas de la región o localidad donde se encuentre; por cada 60 000 a 150 000 habitantes hay que contar con aprox. 2000 a 6000 alumnos. El emplazamiento debería elegirse en función de su accesibilidad con medios de transporte públicos. Superficie del solar por alumno a tiempo parcial: al menos 10 m^2, por alumno a tiempo completo: 25 m^2, el solar debería estar situado en una zona con pocos ruidos, olores, humos y polvo; tener en cuenta posibles ampliaciones. Colocación en el solar y tipo de construcción en función del tamaño de las superficies que pueden superponerse (aulas generales, aulas especiales, zona de administración, etc.) y de las superficies que no pueden superponerse (zona de prácticas específicas, por ejemplo, talleres, campo de deportes, etc.). Por lo general, el edificio de la escuela tiene de 2 a 3 plantas, en caso de máquinas o suministro frecuente de materiales, sólo han de tener una planta.

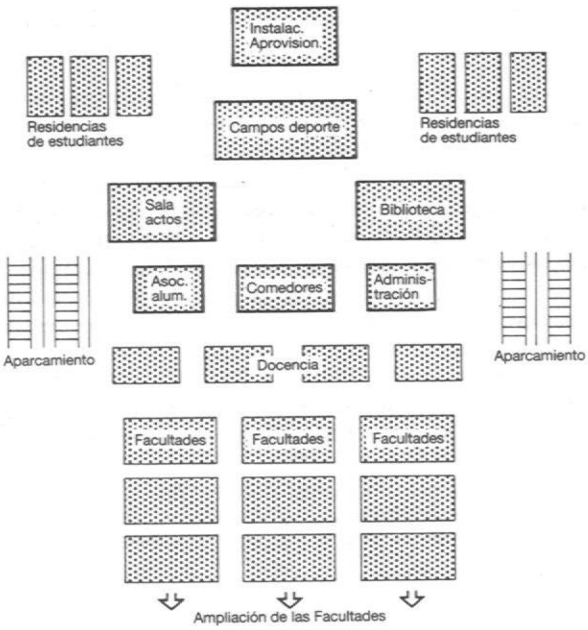
Entrada: ámbito de entrada y vestíbulo con superficie de distribución a los elementos de comunicación horizontal y vertical. Las zonas de enseñanza se estructuran según el tipo de enseñanza y las necesidades que se derivan.

La zona de enseñanza general ocupa aprox. 10–20 % de la superficie: aulas generales, aprox. 50–60 m^2, aulas reducidas, aprox. 45–50 m^2, grandes aulas, aprox. 85 m^2, gran aula, eventualmente para conferencias y proyecciones, aprox. 100–200 m^2. Requisitos constructivos, mobiliario e instalaciones de acuerdo con la función específica del edificio, al igual que en las demás escuelas. Agregar una pequeña sala de reuniones de unos 20 m^2 por cada 5 aulas normales.



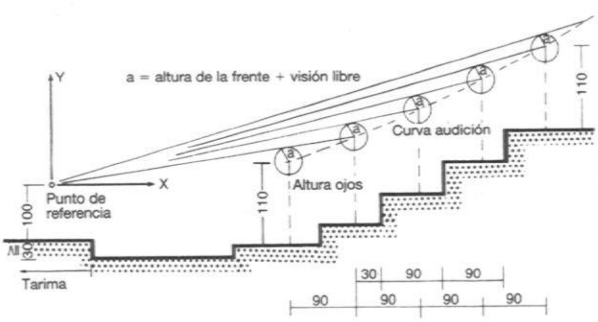
(4) Sección Escuela Profesional Kreis Viersen

Arqs.: Kasper, Döhmen

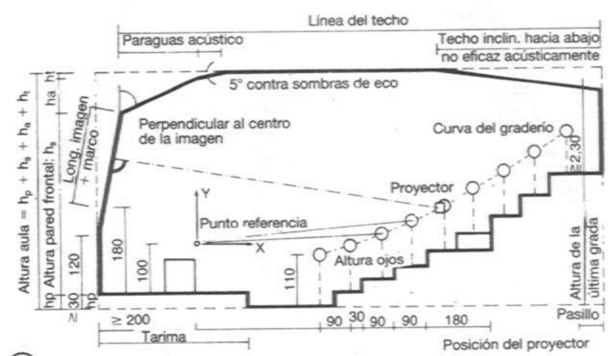


① Esquema funcional de una Universidad

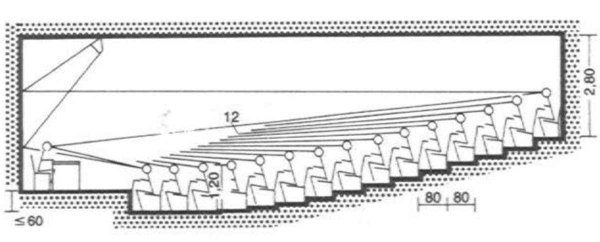
Servicios centrales de las Escuelas Superiores:
Paraninfo, aula magna, administración, decanato, asociación de alumnos. Además: bibliotecas, comedores, instalaciones deportivas, residencias de estudiantes, aparcamiento.
Instalaciones de los servicios centrales:
Calefacción, aprovisionamiento básico.
Instalaciones específicas para la enseñanza e investigación.
Equipamiento básico para todas las materias:
Aulas para clases magistrales y conferencias, salas para seminarios y grupos reducidos (con ordenadores), bibliotecas especializadas, salas de trabajo del personal científico, aulas de exámenes, etc. → ①.
Necesidades específicas:
Asignaturas de letras: sin requisitos especiales.
Asignaturas técnico-artísticas, por ejemplo, arquitectura, artes plásticas, música, etc.: salas de dibujo, talleres, salas de pintura, salas de ensayo, almacenes y galería de obras de arte.
Asignaturas técnico-científicas, por ejemplo, ingeniería de la construcción, física, construcción de maquinaria, electrotécnica: salas de dibujo, laboratorios, talleres, naves industriales.
Asignaturas médico-científicas, por ejemplo, química, biología, anatomía, fisiología, higiene, patología, etc.: laboratorios con salas agregadas, talleres científicos, salas de mantenimiento y ensayos con animales.



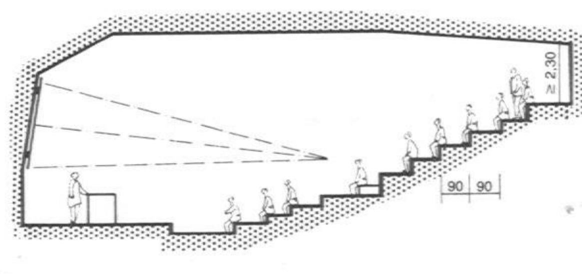
② Determinación gráfica de la curva de audición



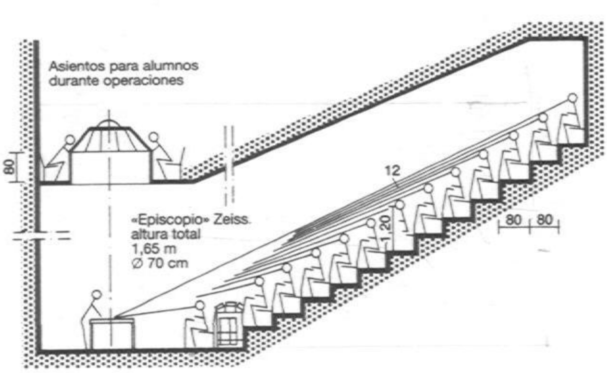
③ Sección longitudinal de un aula



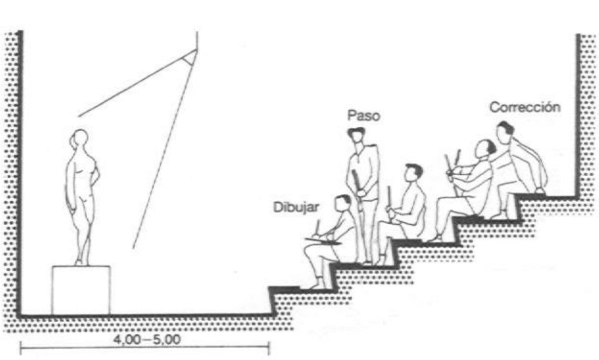
④ Forma normal de un aula



⑤ Aula de gran pendiente



⑥ Aula para conferencias con mesa de demostraciones (Aula de cirugía clínica)



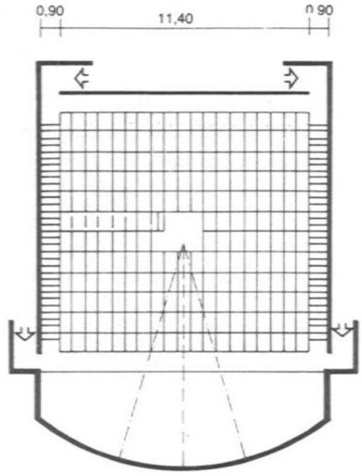
⑦ Escalonamiento en una sala de dibujo al natural, 0,65 m²/alumno

AULAS →

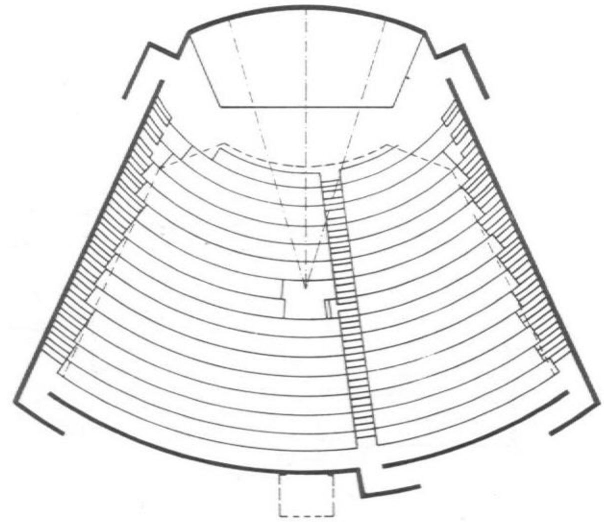
Se suele preferir situar las grandes aulas para conferencias importantes en edificios de auditorios, mientras que las aulas menores para conferencias especializadas se albergan en las facultades y edificios de seminarios. Acceso al aula, independientemente de la zona de investigación, a través de un recorrido lo más corto posible, desde fuera, por la pared posterior; en las aulas mayores también desde los lados → ③ + ⑥. Los profesores entran al aula por delante, a través de la sala de preparación. Desde ésta, se introducen también los aparatos de experimentación en el aula.

Capacidades habituales: 100, 150, 200, 300, 400, 600 y 800 plazas. Aulas de hasta 200 plazas, altura entre plantas, aprox. 3,50 m., integradas en el edificio de la Facultad, es preferible situar las aulas mayores en un edificio aparte.

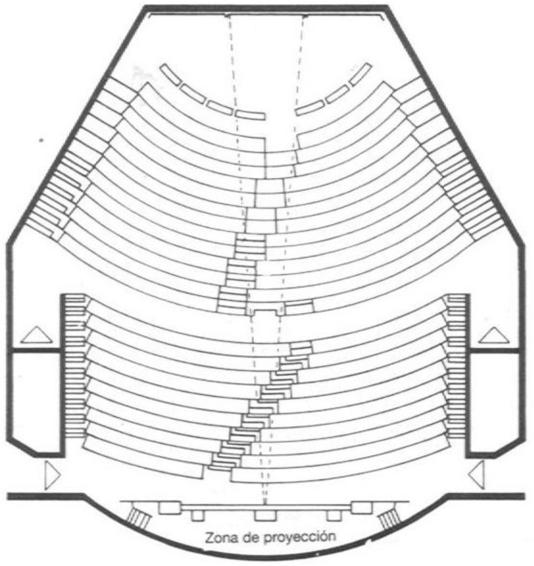
- Aulas para asignaturas humanísticas con pizarra y posibilidad de proyectar imágenes, con asientos en ligera pendiente. → p. 265 ④
- Aula de demostraciones científicas con mesas de experimentación, asientos en elevada pendiente. → p. 265 ⑤
- Aulas de demostraciones médicas «teatro anatómico» con asientos en elevada pendiente. → p. 265 ⑥



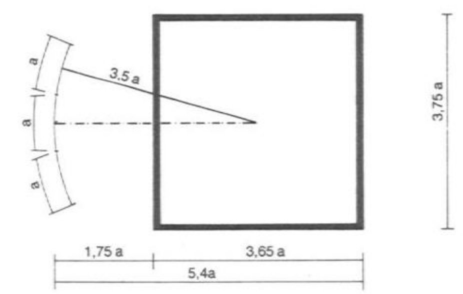
① Aula rectangular de 200 plazas



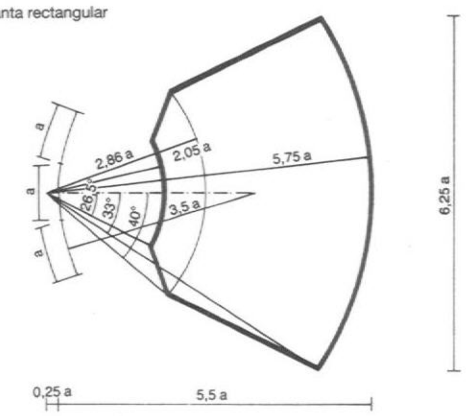
② Aula trapezoidal de 400 plazas



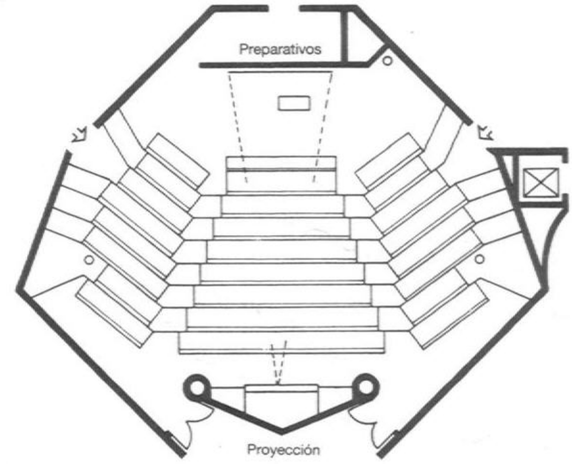
③ Aula de 800 plazas



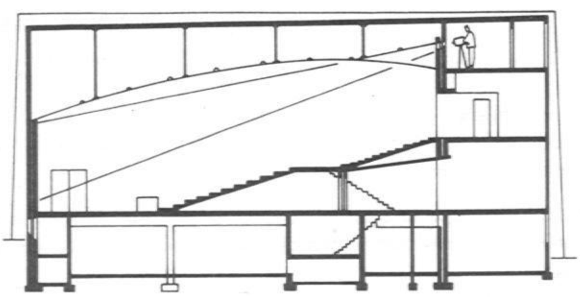
④ Planta rectangular



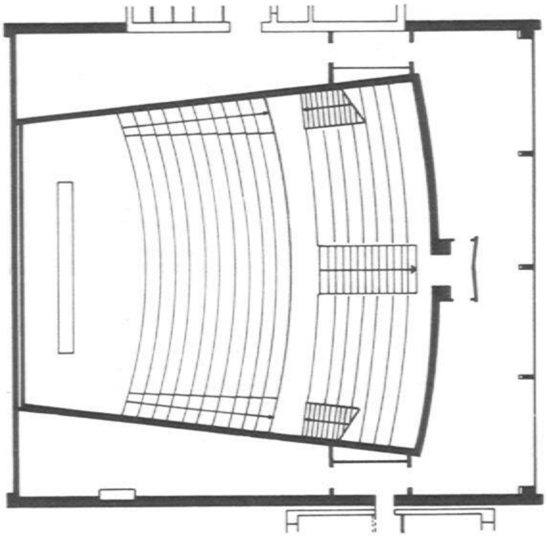
⑤ Planta trapezoidal



⑥ Aula de 200 plazas en la Universidad de Teología de Tubinga

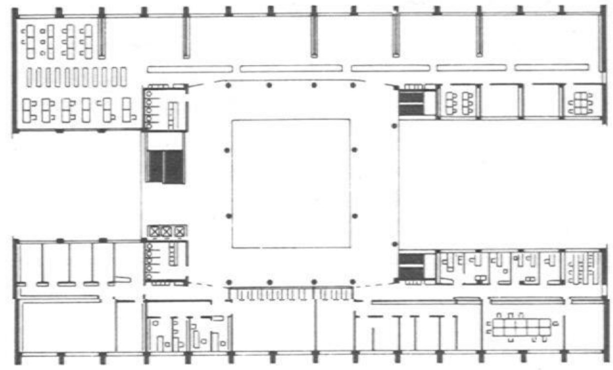


(1) Sección → (2)

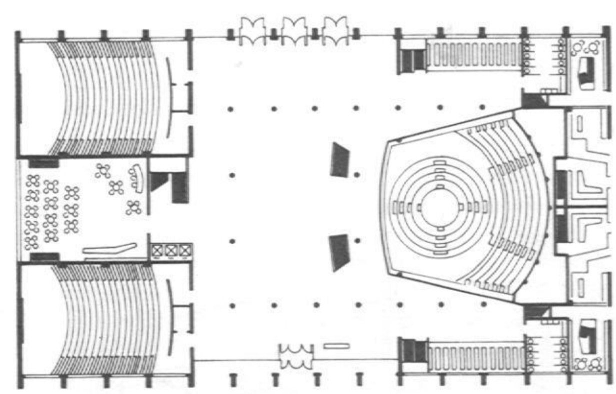


(2) Planta
Aula de física con doble pared para evitar puentes acústicos

Universidad de Darmstadt

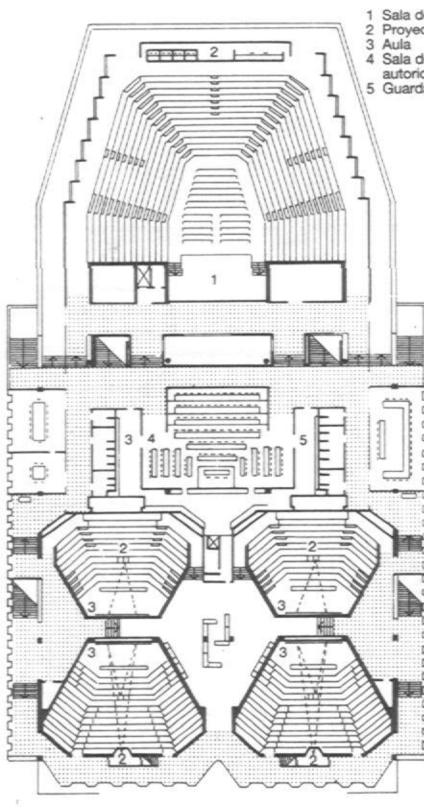


(4) Planta tipo → (5)



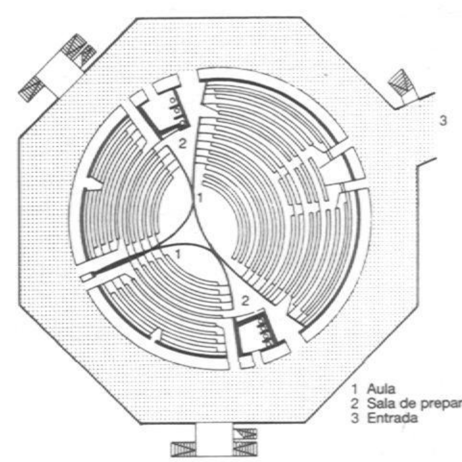
(5) Planta baja de la Universidad de Friburgo
Vestíbulo de entrada y sala de actos de doble altura.
Planta tipo con salas de seminarios y administración

Arq.: O.E. Schweizer



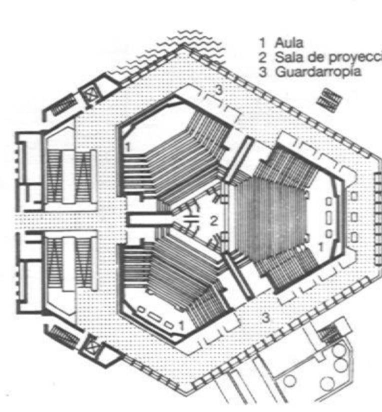
(3) Auditorio de la Universidad de Delft

Arqs.: Broek y Bakema



(6) Edificio de estudios en Düsseldorf

Arq.: Pfau



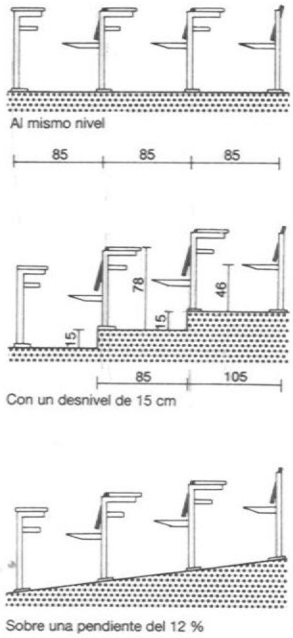
(7) Aulas en la Escuela Técnica Superior Honggerberg en Zurich

Arqs.: Steiner y Gehry

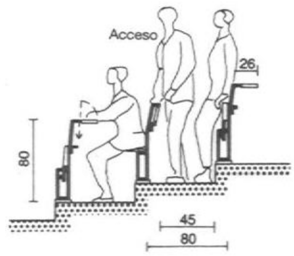
Amueblamiento con unidades combinadas de: sillas abatibles, respaldos y pupitres (con gancho o espacio para la cartera) generalmente montaje fijo → ① – ③.

Disposición según la especialidad, capacidad del aula y tipo de enseñanza (proyección de diapositivas, instalaciones electroacústicas).
Cirugía, medicina interna, física: asientos en pendiente, cálculo de la curva de visibilidad mediante métodos gráficos o analíticos → ④ – ⑤.

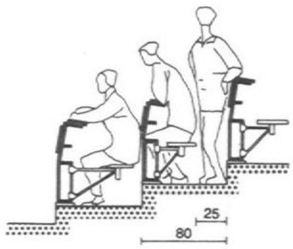
Espacio necesario por oyente según el tipo de asiento, profundidad del pupitre y pendiente del suelo.
Espacio necesario por alumno: cómodo 70 × 65 cm, normal 60 × 80 o 55 × 75 cm. Por alumno, incluidas todas las superficies: en las aulas de mayor tamaño y colocación más apretada: 0,60 m²; en aulas pequeñas y colocación normal: 0,80–0,95 m². → p. 269



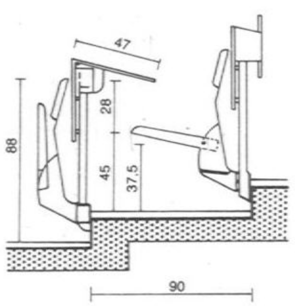
① Asientos



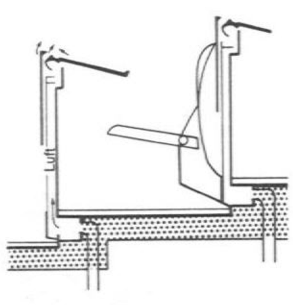
② Asientos y pupitres abatibles



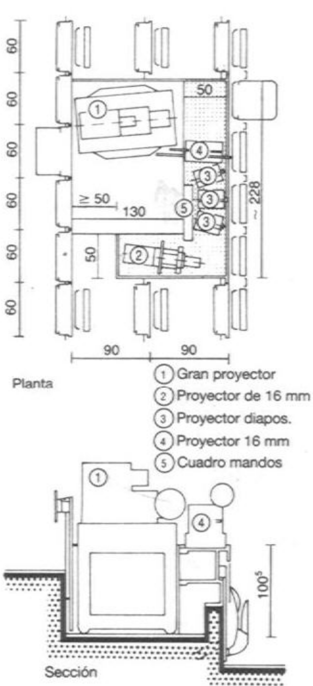
③ Pupitres fijos y asientos retráctiles
Diseño: Neufert



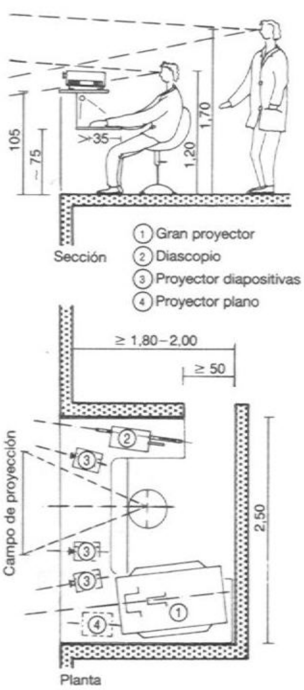
④ Asientos para aulas, ventilación a través de los pupitres



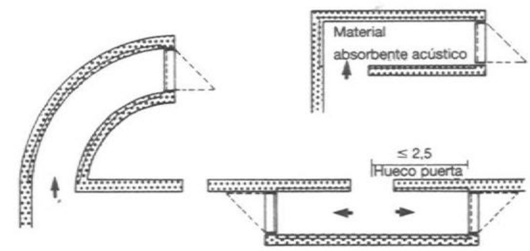
⑤ Ventilación/conducción de aire a través de los pupitres



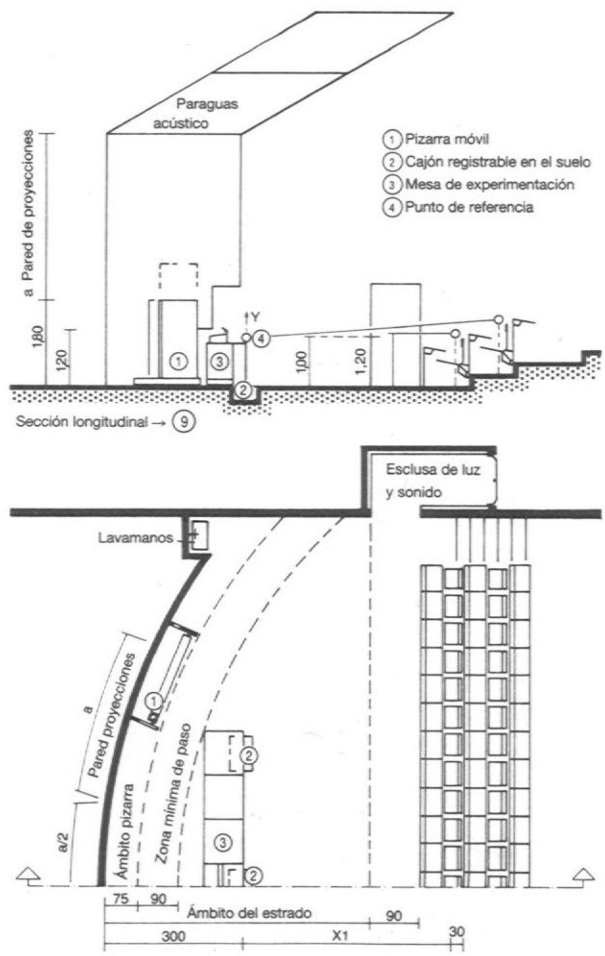
⑥ Equipo de proyección



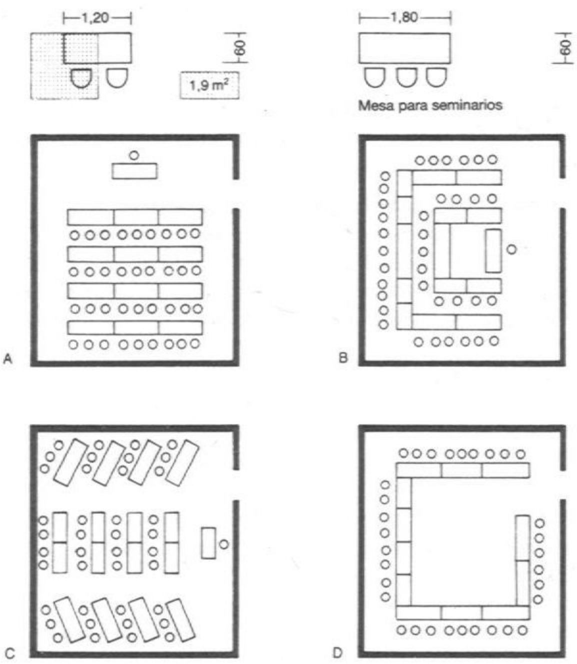
⑦ Equipo de proyección



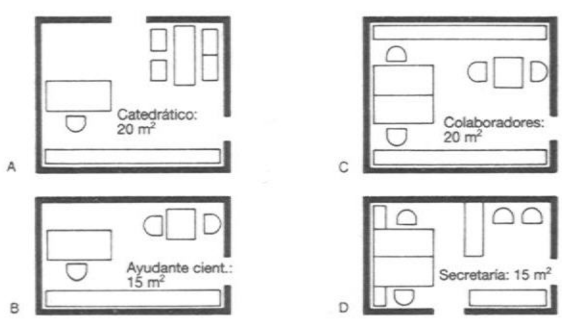
⑧ Plantas de esclusas de luz y sonido



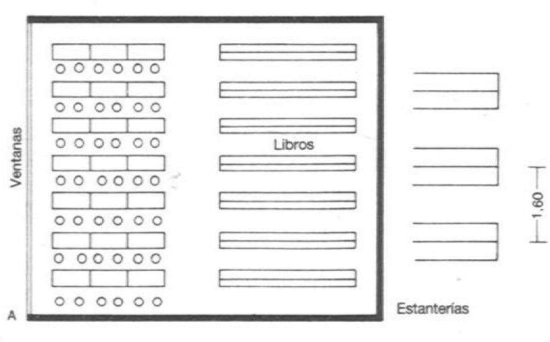
⑨ Planta del estrado



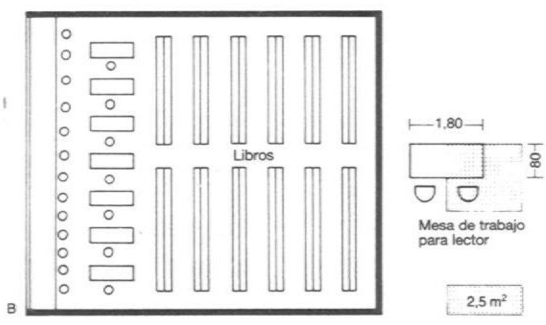
① Seminarios, colocación de las sillas



② Amueblamiento básico de las salas de servicio



③ Colocación de estanterías y mesas para lectores



④ Colocación de estanterías y mesas para lectores

Continuación de p. 268
Mesas de experimentación a ser posible intercambiables, unidades móviles, apropiadas para trabajos de laboratorios. Conexiones para los aparatos necesarios.

Superficies de pizarra y proyecciones: pared de proyecciones preferiblemente formada por paneles móviles o fija sobre una pared frontal recta. Pizarras de pared en varios tramos, generalmente desplazables en vertical, accionamiento manual o eléctrico, ocultable debajo de la superficie de proyección, también es posible instalar pizarras móviles → p. 268 ⑨.

Acústica:
La palabra hablada ha de alcanzar a los oyentes de forma uniforme, sin ecos molestos. Techo suspendido para reflexión y absorción. Paredes traseras revestidas con material absorbente acústico, y las demás lisas.
Intensidad de iluminación en aulas sin ventanas 600 lx (DIN 5035).

Superficies suplementarias para el funcionamiento de las aulas:

Agregar a cada aula una sala auxiliar, directamente accesible. No tiene ninguna función determinada, puede utilizarse como almacén. En todas las aulas experimentales se ha de prever suficiente superficie de preparación, situada al mismo nivel que el estrado. Valores directrices para la superficie mínima: planta de forma rectangular del aula: 0,2–0,25 m^2/plaza; planta trapezoidal: 0,15–0,18 m^2/plaza. Para asignaturas científicas y médicas prever entre 0,2 y 0,3 m^2/plaza.

Para el buen funcionamiento de un edificio de aulas se necesitan espacios de almacén y de estancia. Sala de estancia para el personal técnico encargado del mantenimiento de las instalaciones de las aulas, sala de estancia para el personal de limpieza, almacén para piezas de repuesto, lámparas de incandescencia, tubos fluorescentes, pizarras, batas, etc., superficie mínima por sala: 15 m^2, superficie total de espacios auxiliares: al menos 50–60 m^2.

Guardarropas y aseos, estimación total para ambos como valor directriz: 0,15–0,16 m^2/plaza.

Equipamiento mínimo para todas las especialidades:
Aulas de enseñanza general:
Seminarios, capacidad normal: 20, 40, 50 o 60 plazas, mesas dobles móviles; anchura: 1,20, profundidad: 0,60, espacio por alumno: 1,90–2,00 m^2 → ①.

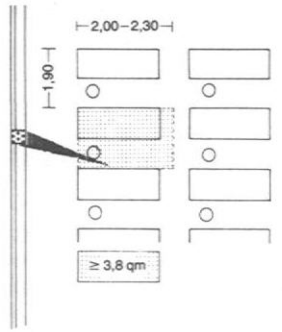
Distribución variable de las mesas para conferencias, trabajo en grupo, coloquios, laboratorio de idiomas, PC (ordenadores personales), laboratorios, salas de conferencias → ①.

Salas de trabajo del personal científico:
Catedrático 20–24 m^2 → ② A
Ayudante 15 m^2 → ② B
Colaboradores 20 m^2 → ② C
Secretaría 15 m^2 (dos plazas 20 m^2) → ② D
Bibliotecas de facultad → p. 279–283
Espacio para 30 000–20 000 libros de consulta libre.

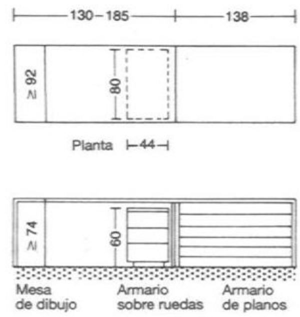
Superficie para colocar libros: → ③
Estanterías con 6–7 estantes, 2 m. de altura (alcance de la mano)
Separación entre estanterías 1,50–1,60 m.
Superficie necesaria 1,0–1,2 m^2/200 volúmenes.

Espacio para lectores: → ④
Anchura 0,9–1,0 m/profundidad 0,8 m.
Espacio necesario 2,4–2,5 m^2 por plaza de trabajo.

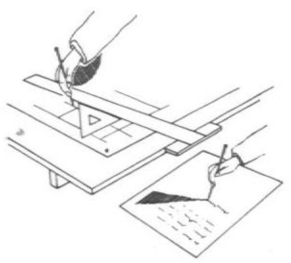
Control a la entrada con espacio para dejar bolsos y carteras, junto al catálogo, y la fotocopiadora.



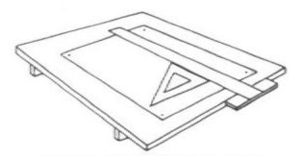
① Espacio de trabajo en sala de dibujo



② Superficie de trabajo



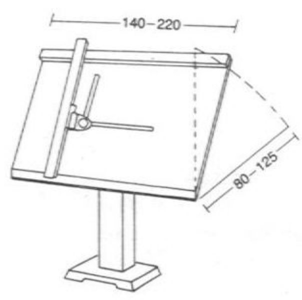
③ Caída de luz al escribir: de detrás a la izquierda; al dibujar: de delante a la izquierda



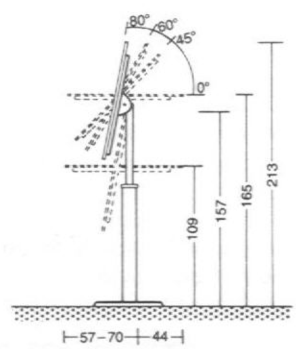
Tamaño de los tableros de dibujo

DIN A0	97 × 127 cm
DIN A1	65 × 90 cm
DIN A2	47 × 63 cm
DIN A3	37 × 44 cm

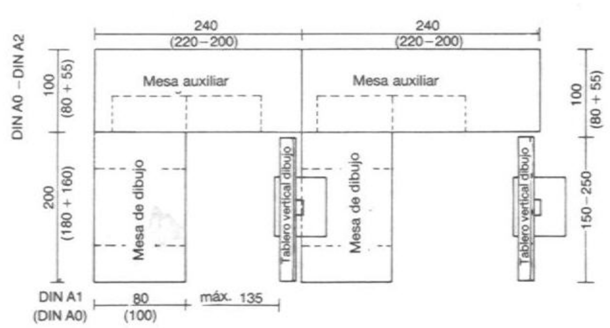
④



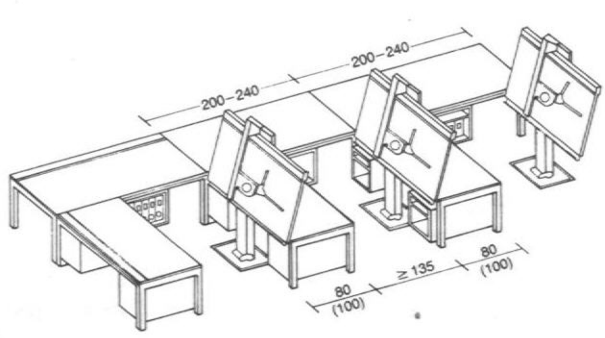
⑤ Mesa de dibujo inclinable en posición vertical → ⑥



⑥ Sección → ⑤



⑦ Lugar de trabajo, planta → ⑧



⑧ Oficina de dibujo → ⑦

Salas de dibujo de todo tipo.

Diferentes necesidades de espacio para las disciplinas técnicas, incluidas las clases de arquitectura y academias de arte (salas de pintura y dibujo al natural).

Equipamiento básico de las plazas para dibujar

Mesa de dibujo con medidas para que quepan láminas DIN A0: 0,92 × 1,27 m. Tablero fijo o móvil → ②, ⑤ – ⑦.

Armario de planos de la misma altura que la mesa de dibujo para guardar horizontalmente planos, utilizable como superficie auxiliar → ②.

Mueble bajo sobre ruedas para el material de dibujo → ② + ⑪ – ⑫. Silla giratoria sobre ruedas de altura variable.

Mesa de dibujo inclinable, de altura variable, dimensiones 1,50 × 100–114, o abatible, también utilizable como mesa horizontal, dimensiones 180 × 115 cm → ⑤ – ⑪.

Iluminación natural a ser posible desde la izquierda → ③.

Iluminación artificial de la sala: 500 lux, en la mesa de dibujo: 1000 lux con flexo montado en la propia mesa o fluorescente suspendido, de altura variable, encima suyo.

Accesorios suplementarios: superficie auxiliar, armarios para guardar planos en horizontal o vertical, al menos para tamaño DIN A0 → ⑨ – ⑩.

Salas de dibujo

Espacio necesario: 3,5–4,5 m^2, según el tamaño de las mesas de dibujo → ①.

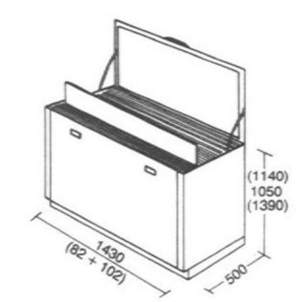
Orientar, si es posible, las salas de dibujo a norte, para obtener luz natural uniforme. Un armario con llave para cada plaza de trabajo.

Salas de pintura o dibujo al natural:

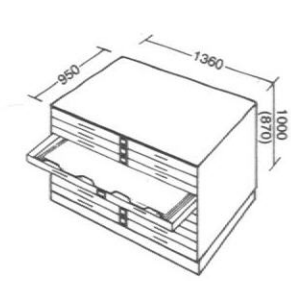
A ser posible, situarlos en áticos orientados a norte, con grandes ventanales (1/3–1/4 de la superficie en planta) y lucernarios suplementarios si es preciso.

Salas para escultores y ceramistas:

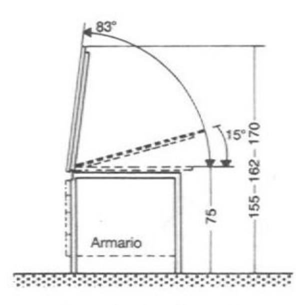
Gran necesidad de espacio para aparatos técnicos, como hornos, obras acabadas, sala húmeda, sala de secado de yeso, etc.



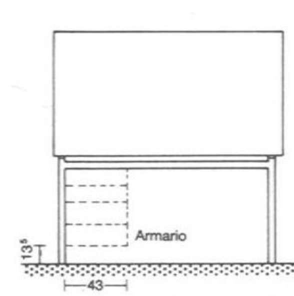
⑨ Dibujos guardados en horizontal o en vertical



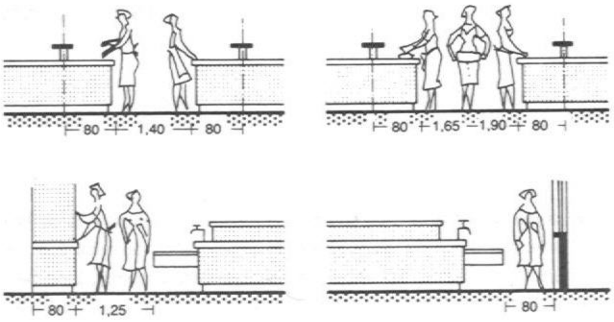
⑩ Armario de plancha de acero para dibujos



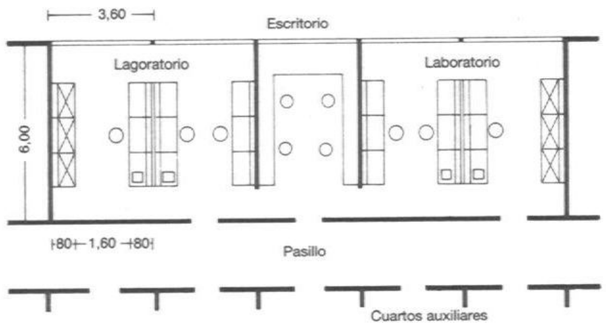
⑪ Sección → ⑫



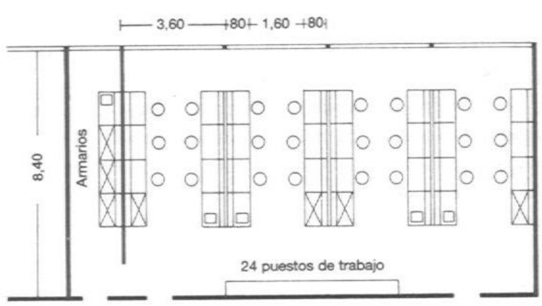
⑫ Mesa de oficina y dibujo inclinable → ⑪



(1) Anchura mínima de paso libre



(2) Laboratorio de investigación

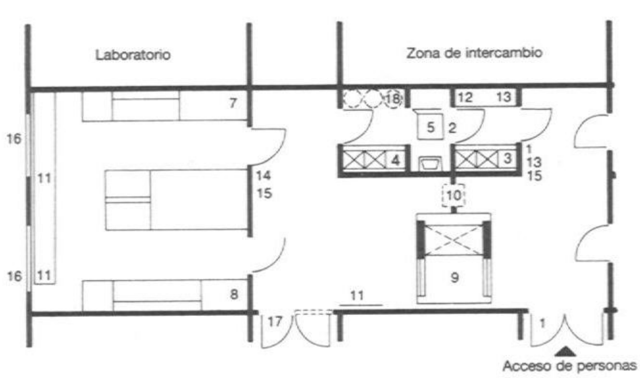


(3) Laboratorio de prácticas

Laboratorio con grado de seguridad 3
1 Letrero de advertencia
2 Esclusa de doble puerta, cierre autom.
3 Ropa de calle
4 Ropa de protección
5 Sumidero en el suelo (ev. con estera desinfección) preparado para inst. una ducha
6 Lavamanos con equipo de desinfección
7 Banco de trabajo (clean bench) con filtro
8 Extracción de aire
9 Autoclave (en laboratorio o edificio)
11 Radiador de placas (sep. pared: 7,5 cm)
12 Armario interruptores y cuadro mandos, distribución eléctrica, central alarmas, panel de avisos
13 Ind. cambio presión con alarma aviso
14 Teléfono, alarma de emergencia
15 Interfono, apertura eléctrica de puerta
16 Ventana, estanca a los gases, no combustible, emplomada
17 Puerta resistente al fuego

Laboratorio con grado de seguridad 4
2 Esclusa triple con puertas estancas a los gases y de cierre automático
5 Ducha con recogida y desinfección agua utilizada* (instalable a partir de L−3)
7 Banco trabajo estanco a gases, cerrado
9 Autoclave, desinfec. agua condensada
10 Esclusa de emergencia
18 Contenedor para ropa trabajo utiliz.

* Sólo es necesario si el grado de seguridad del laboratorio ha de ser L-4



(4) Laboratorio general

Los laboratorios se diferencian según su utilización y especialización.

Según su uso:

Laboratorios de prácticas en centros de enseñanza, con un elevado número de puestos de trabajo en una misma sala y generalmente con un equipamiento sencillo → (3).

Laboratorios de investigación, generalmente en salas más pequeñas, con equipamiento especial y dependencias auxiliares, aparatos para realizar mediciones, centrifugadora, autoclave, cuartos con temperatura constante, etc. → (2).

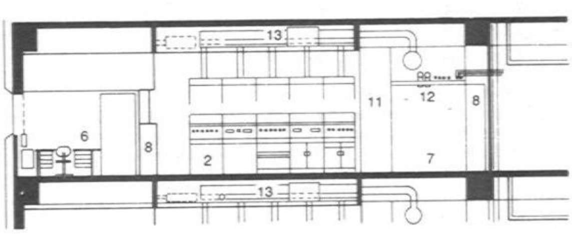
Por su especialización:

Laboratorios químicos y biológicos con una rápida renovación de aire, armarios de extracción de aire (digestorios) p. 272 → (7) para trabajos con elevada formación de humos y gases. Muchas veces los digestorios se colocan en una habitación aparte.

Laboratorios de física equipados sobre todo con mesas móviles e instalación eléctrica diferenciada en canales colgados del techo o adosados a la pared → p. 272.

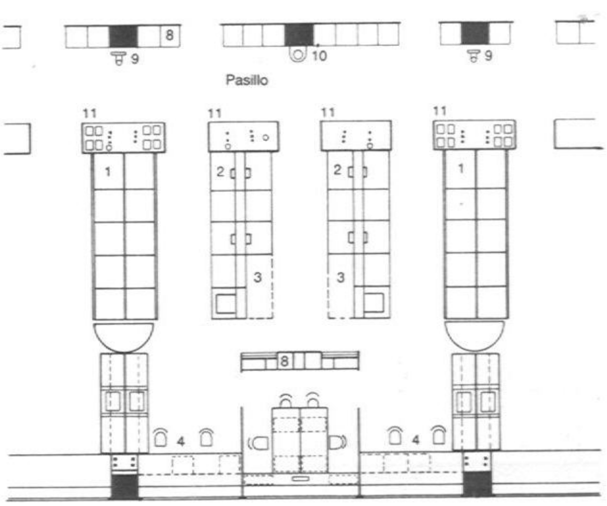
Laboratorios específicos para requisitos especiales, p.e. laboratorios de isótopos para trabajos con materiales radiantes con diferentes niveles de seguridad (A–C DIN 25425).

Laboratorios para trabajos con requisitos especiales de aire filtrado y sin polvo → (4), por ejemplo, en el campo de la microelectrónica o para sustancias especialmente peligrosas, cuya salida a las salas adyacentes se ha de evitar mediante una circulación cerrada del aire, con una instalación de filtrado incorporada (microbiología, genética, grado de seguridad L1–L4) → (4).

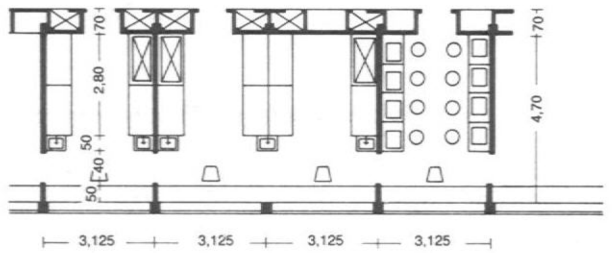


Unidad de laboratorio
1 Crisoles
2 Mesas de trabajo
3 Reserva
4 Puestos trab. secos
5 Mesas para pesar
6 Mesa trabajo para químico
7 Pasillo
8 Armario materiales
9 Rociador
10 Extintor de mano
11 Suministro de energía
12 Puente para paso tuberías
13 Instalación ventil. y climatización

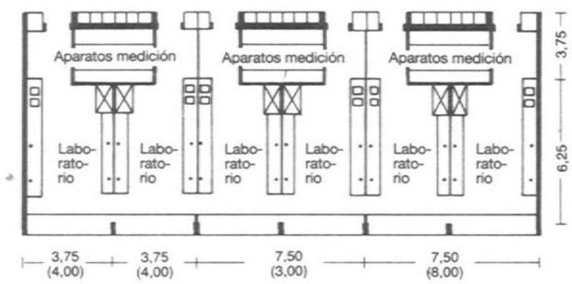
(5) Sección. Laboratorio de plásticos BASF — Arq. Suter y Suter



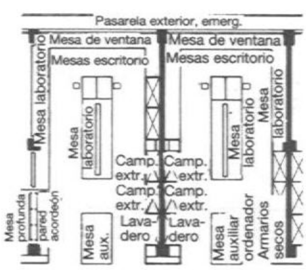
(6) Planta → (5).



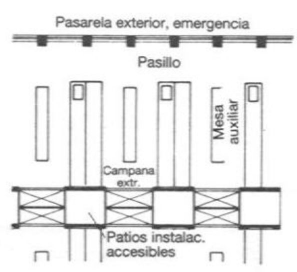
① El espacio necesario depende del tamaño de las mesas (amplitud del puesto de trabajo). Instalaciones y armarios en la pared del pasillo.



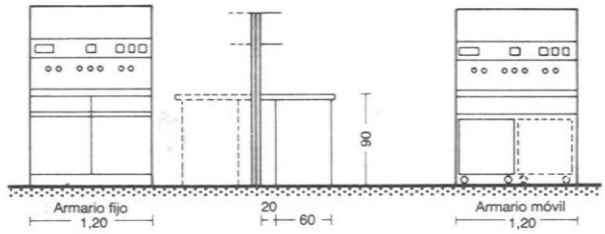
② Unidades de laboratorio con antesalas para pesar y medir del Hospital Universitario de Frankfurt — Arq. Schlempp y Schwethelm



③ Equipamiento del laboratorio científico principal de la fábrica de colores de Bayer AG



④ Disposición de los patios accesibles para la conducción vertical de instalaciones (BASF)



⑤ Mesa de laboratorio químico



⑥ Mesa de laboratorio físico

Laboratorios fríos para trabajar en condiciones especiales de temperatura.

Laboratorios de fotografía y cuartos oscuros → p. 271

En la zona de laboratorios se han de incluir también salas de trabajo sin equipamiento: salas para pensar y salas de estar para el personal del laboratorio. Además se necesitan habitaciones destinadas a almacén general, almacén de productos químicos y entrega con dispositivos especiales de seguridad, almacén de isótopos con contenedores especiales, etc. Un caso especial son los laboratorios que emplean animales y han de mantenerlos, lo que plantea en cada caso unos requisitos especiales.

Puesto de trabajo en un laboratorio: la unidad determinante para dimensionar el puesto de trabajo es la mesa de laboratorio, fija o móvil, cuyas medidas, con el espacio adicional para poder moverse, forma la unidad espacial básica → p. 271 ① – ③.
Medidas más frecuentes de una mesa de trabajo normal: 120 cm de anchura en los laboratorios de prácticas y un múltiplo suyo en los laboratorios de investigación, 80 cm de profundidad incluido el paso de instalaciones → ⑤ – ⑥.

Las mesas de laboratorio y los armarios–digestorios suelen estar modulados, anchura: mesas de laboratorio: 120 cm; armarios–digestorios: 120 y 180 cm → ⑦.
El panel de instalaciones como elemento propio con todos los medios de alimentación; las mesas de laboratorio y el armario bajo se anteponen al panel → ⑤ – ⑦.

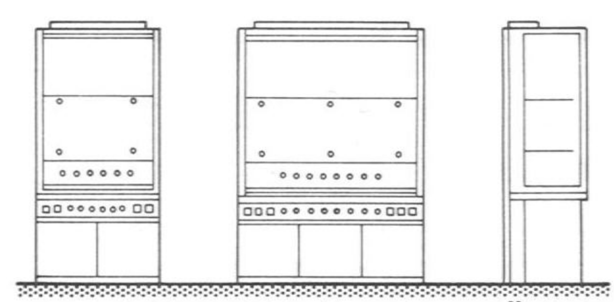
Estructura portante de las mesas de laboratorio de tubo de acero, superficie de trabajo de piedra artificial sin juntas, más raramente de azulejos o planchas de material sintético resistente a los productos químicos. Armarios bajos de madera o tablero aglomerado con recubrimiento sintético. Conducción de instalaciones desde arriba (falso techo) o desde abajo (suelo flotante).

Ventilación:
Instalación a alta presión o a baja presión, la primera es recomendable sobre todo para Institutos de varias plantas con gran necesidad de renovación de aire, con lo que se reduce la sección de los conductos. Refrigeración y humidificación s. necesidades.

El sistema de ventilación es la instalación que ocupa más espacio. Todos los laboratorios en los que se ha de trabajar químicamente, han de tener un sistema de extracción e impulsión forzada de aire.

Renovaciones de aire por hora: laboratorios químicos: 8 veces; laboratorios biológicos: 4 veces; laboratorios físicos: 3-4 veces (en la zona de salida).

Instalación eléctrica: para grandes potencias y tipos de corriente especiales se necesita una estación transformadora en el edificio. Las centrales eléctricas han de tener un perímetro resistente al fuego y los conductos de las demás instalaciones no pueden atravesarlo.



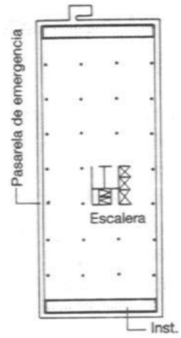
⑦ Digestorios (armarios con extracción de humos)

→ 📖

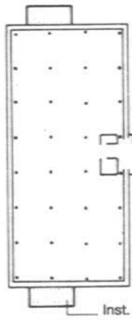
Situación de las cajas para el paso de los conductos de instalaciones, pilares y elementos de comunicación vertical:
Caja de conductos en el exterior, núcleo de comunicaciones en el interior → ①. Caja de conductos en el exterior, núcleo de comunicaciones en el exterior → ②. Caja de conductos en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior → ③. Conductos aislados en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior → ④. Edificios cruciformes: cajas de conductos en el exterior, núcleo de comunicaciones en el centro → ⑥; cajas de conductos y núcleo de comunicaciones en el interior → ⑤.

Sistema vertical de instalaciones:
Varios conductos verticales situados en el interior o en la fachada conducen directamente a los laboratorios. Conducción descentralizada de la extracción y aportación de aire para los digestorios; ventiladores individuales en la cubierta.
Ventaja:
Máximo grado de aprovisionamiento individual. Corto recorrido horizontal hasta las mesas de trabajo.
Desventaja:
Limitaciones a la variabilidad de la distribución en planta, se necesita mayor espacio en la planta de instalaciones → ⑦.

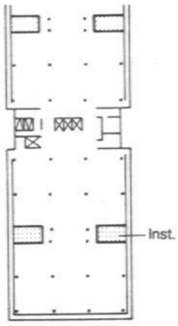
Sistema horizontal de instalaciones:
Cajas verticales para los conductos de todas las instalaciones, desde las que se distribuyen horizontalmente en cada planta, por el falso techo o el suelo flotante, hasta cada mesa.
Ventajas:
Se ocupa menos espacio en planta, mayor variabilidad de la distribución, mantenimiento más sencillo, mayores facilidades de ampliación → ⑧. Las cajas verticales para el paso de instalaciones son más fáciles de supervisar, mayor accesibilidad. Conducciones aisladas contra el calor, el frío y el ruido → ⑨ – ⑩.



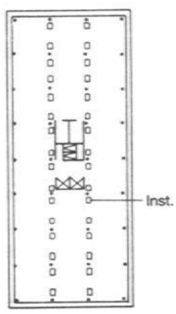
① Conductos de instalaciones en el exterior, núcleo de comunicaciones en el interior



② Conductos de instalaciones en el exterior, núcleo de comunicaciones en el exterior



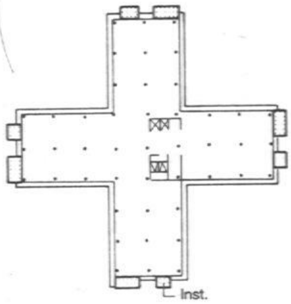
③ Conductos de instalaciones en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior



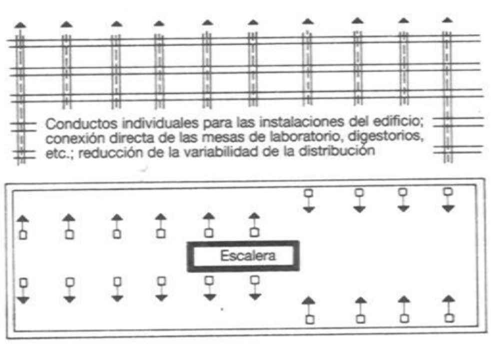
④ Conductos aislados en el interior, núcleo de comunicaciones en el interior



⑤ Conductos de instalaciones y núcleo de comunicaciones en el interior



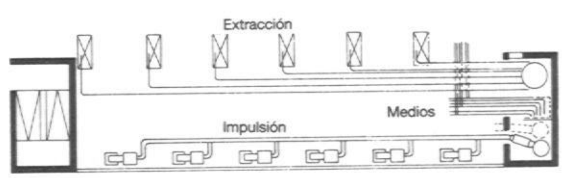
⑥ Edificios cruciformes: conductos de instalaciones en el exterior, núcleo de comunicaciones en el centro



⑦ Sistema vertical de instalaciones

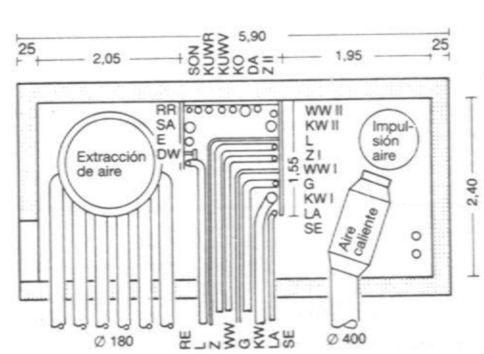


⑧ Sistema horizontal de instalaciones



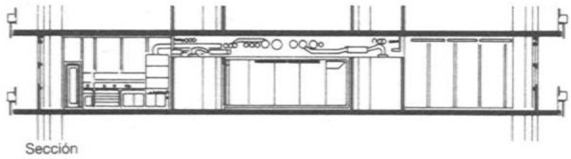
⑨ Conducción horizontal de las instalaciones en la planta de laboratorios. Planta → ⑩

KW	Agua fría	KO	Líquido
WW	Agua caliente	L	Aire
Z	Circulación	G	Gas
DW	Agua destilada	SON	Medios especiales
KUWV	Agua de refrigeración	E	Vaciado
KUWR	Recirculación agua refrigeración	RE	Reserva
I	1.er grado de presión	LA	Agua de laboratorio
II	2.º grado de presión	SE	Extracción secundaria de aire
DA	Vapor	RR	Bajante de aguas pluviales

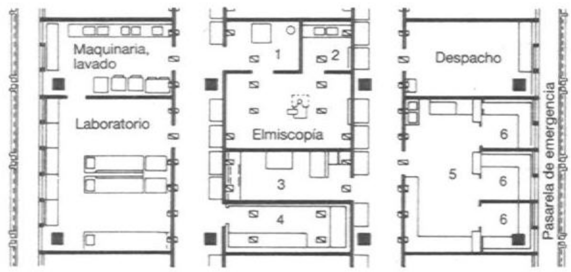


⑩ Caja de conductos. Planta → ⑨

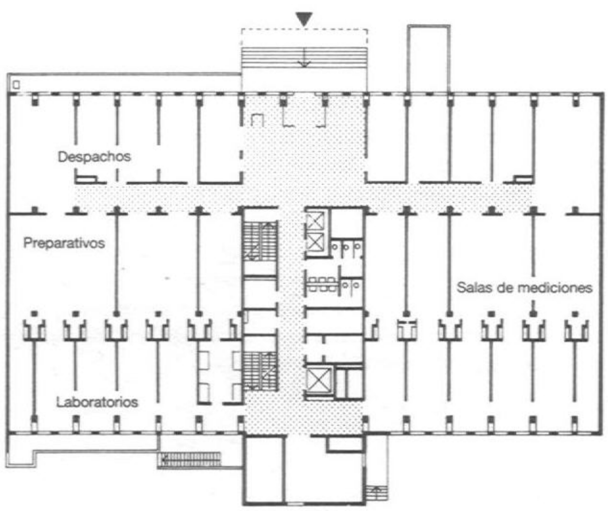
→ 📖



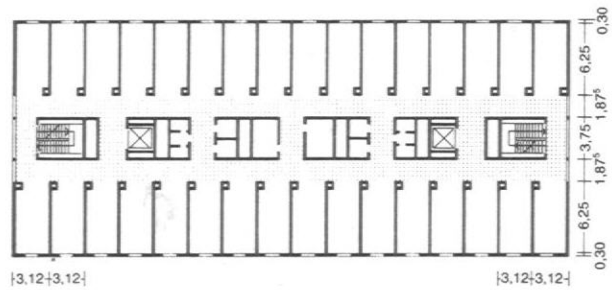
1 Esclusa
2 Cuarto oscuro
3 Radiografías
4 Cuarto frío
5 Cultivo de tejido
6 Cuartos de esterilización



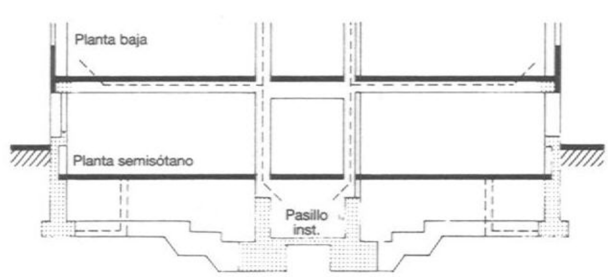
(1) Planta parcial del Centro de investigación contra el cáncer en Heidelberg
Arqs.: Heine, Wischer y Partners



(2) Laboratorio de física analítica (BASF, Ludwigshafen)



(3) Planta tipo de un instituto polivalente de investigación
Arq.: W. Haake



(4) Sección transversal de un laboratorio con pasillo central

Distribución del espacio según el programa de necesidades y los requisitos funcionales, espacios con un equipamiento elevado o reducido, iluminados con luz natural o artificial, con ventilación natural o forzada, creando zonas de uso diferenciado y diferentes cualidades técnicas. Por ello, los edificios de laboratorios tienen a menudo amplias zonas interiores (edificación tripartita) → (1) – (3). La longitud del edificio depende del máximo recorrido horizontal de los conductos de las instalaciones.

Plantas de instalaciones para centrales técnicas en la planta superior o en el sótano.

Módulo de construcción:
Es preferible permitir una gran variabilidad de la distribución en planta, para lo que se emplean estructuras de hormigón armado y elementos prefabricados de hormigón o fabricados in situ.

La retícula empleada es un múltiplo de la retícula normal de 120 × 120 cm (sistema decimétrico).

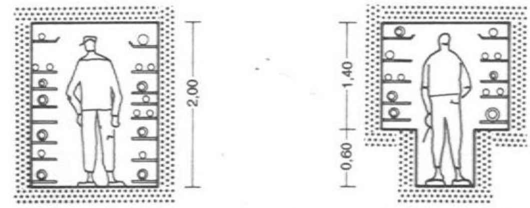
La retícula más favorable constructivamente para conseguir grandes espacios sin pilares: 7,20 × 7,20 m, 7,20 × 8,40 m, 8,40 × 8,40 m. La altura de las plantas suele ser de 4 m, la altura libre ≧ 3,0 m.

En la cuadrícula el pilar se desplaza respecto a la cuadrícula de acabado para elevar el grado de variabilidad de la distribución. Separación entre el sistema de tabiques y el falso techo suspendido. Los tabiques de separación desplazables deberían ser fáciles de montar y tener superficies resistentes a los productos químicos. Diseñar el techo de manera que sea desmontable y aislante acústico. Revestimiento del suelo resistente al agua y a los productos químicos, sin juntas y escasa conductibilidad eléctrica, por lo general, materiales sintéticos en rollo o baldosas con las juntas soldadas.

Ventanas en las puertas o junto a ellas para ver los laboratorios desde el pasillo.

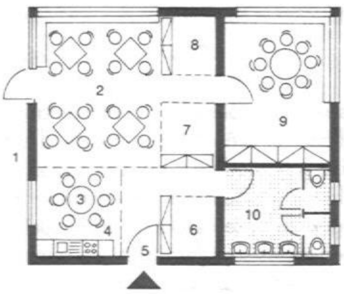
Los laboratorios de isótopos tienen techos y paredes planos y sin poros. Esquinas redondeadas, revestimiento de hormigón o plomo, control de los desagües, duchas entre el laboratorio y la salida. Contenedores de hormigón para la recogida de restos y basuras activas, contenedores de hormigón con compuertas de plomo, etc.

Una mesa-balanza forma parte de todo laboratorio. Generalmente se instala en una sala aparte. Las mesas se colocan junto a paredes que no estén sometidas a vibraciones.



(5) Representación de las conducciones según la normativa DIN: agua: verde; agua caliente: verde-rojo; vapor: rojo; gas: amarillo; nitrógeno: negro; vacío: gris.
Pasillo de instalaciones (transitable), de sección variable según el número de conductos

→ 📖



1 Terraza
2 Sala de estar 45–48 m^2
3 Zona de desayunar
4 Cocina
5 Entrada
6 Esquina de juegos (patinaje) 4 m^2
7 Esquina de juegos (construcciones) 4 m^2
8 Esquina de juegos 4 m^2
9 Aula 18 m^2
10 Lavabo/WC

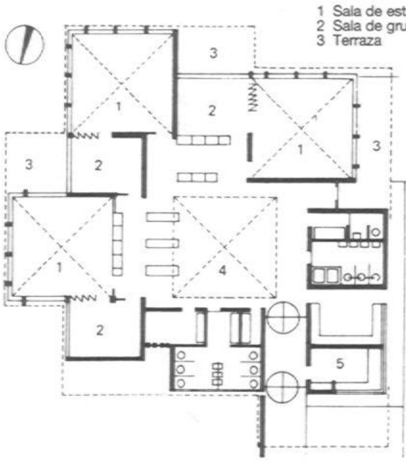
(1) Jardín de infancia/planta tipo — Arqs.: Franken/Kreft



1	Sala de estancia	47,5 m^2
2	Lavabo/WC	9,8 m^2
3	Aula	20,0 m^2
4	Cuidados	16,0 m^2
5	Guardarropa	9,0 m^2
6	Trastero	3,0 m^2
7	Juguetes	11,0 m^2
8	Vestíbulo	37,0 m^2
9	Sala polivalente	66,0 m^2
10	WC personal	7,0 m^2
11	Cocina	13,0 m^2
12	Dirección	10,5 m^2
13	Cortavientos/ pasillo	34,0 m^2
14	Calefacción	6,0 m^2
15	Cuarto	4,0 m^2
16	Cuarto limp.	2,5 m^2

(2) Centro para niños «Robin Hood», planta baja — Arqs.: Franken/Kreft

1 Sala de estar
2 Sala de grupo
3 Terraza
4 Sala polivalente
5 Dirección

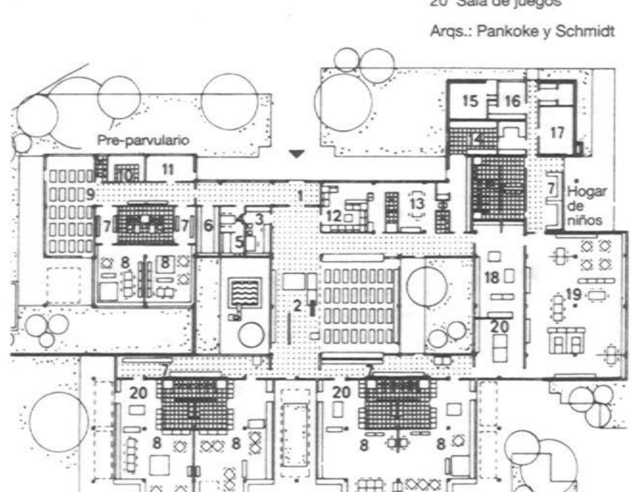


(3) Parvulario con sala polivalente en el centro

→ (4)

1 Cortavientos
2 Zona común
3 Despacho
4 Sala de visitas
5 Reservado
6 Ropa
7 Guardarropa
8 Aulas
9 Sala de juegos y reposo
10 Cocina pequeña
11 Cochecitos infantiles
12 Sala de descanso
13 Médico/enfermería
14 Cocina
15 Jardinería
16 Trastero
17 Calefacción
18 Zona de ruidos
19 Zona de silencio
20 Sala de juegos

Arqs.: Pankoke y Schmidt



(4) Centro para niños — Arqs.: J. y W. Lippert

Los centros para niños son equipamientos socio–pedagógicos, en los que durante el día se cuida regularmente a niños hasta su escolarización. En la planificación se han de considerar las necesidades específicas de los niños. Subdivisión según los grupos de edades:

Guardería: desde los 8 meses a los 3 años, en grupos de 6 a 8 niños; jardín de infancia: de 3 a 5 años, en grupos de 25 a 30 niños; hogares para niños: de 6 hasta 15 años, en grupos de 20 a 25 niños. Cuando sea posible, se han de introducir combinaciones entre los diferentes grupos de edad. Tamaño de las salas, programa de necesidades y particularidades → (1) + (2).

Guarderías: por cada niño aprox. 2–3 m^2 de superficie y además espacio para una mesa donde cambiar pañales, armarios, estanterías para juguetes, mesas y sillas para niños.

Jardín de infancia: por cada niño aprox. 1,5–3 m^2 de superficie. Salas para 15–30 niños. Se necesita además espacio para armarios, estanterías para juguetes, sillas y mesas para niños, pizarras.

Hogares para niños: por cada niño aprox. 1,5–4 m^2 de superficie. Salas para unos 20 niños. Además espacio para armarios, estanterías para juguetes, mesas y sillas para niños, pizarras, sala de deberes con armario para material didáctico, pupitres, etc. Sala de trabajos manuales con herramientas, banco de trabajo, etc.

Sala polivalente necesaria para más de dos aulas, a ser posible con comunicación visual con las aulas. Buen aislamiento acústico para permitir la concentración de los grupos, por ejemplo, al preparar una obra de teatro.

Si es suficientemente grande (al menos 60 m^2) puede utilizarse también como gimnasio o dormitorio; sala auxiliar para aparatos. La tendencia es construir edificios de dos plantas, con caja de escalera y escalera de emergencia. Guarderías con un horario de 7.30 a 17.00 h para padres que trabajan los dos. Equipamiento para minusválidos, lavabos accesibles en silla de ruedas.

Al menos 6 plazas de aparcamiento y facilidades para aparcar bicicletas y cochecitos de niños; acceso y aparcamientos para los que vienen a recoger a los niños y para el personal, campos de juego.



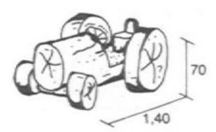
1 Sala de estar
2 Aula
3 Sala de juegos
4 Sala de descanso
5 Sala de cambiar pañales
6 Cocina
7 Personal
8 Dirección
9 Lavabo/WC
10 Guardarropa
11 Trastero
12 Cuarto de limpieza
13 Cortavientos

(5) Centro para niños «Pusteblume», planta baja — Arqs.: Franken/Kreft

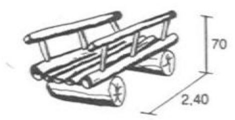


1 Sala polivalente
2 Sala de estar
3 Sala de deberes
4 Taller
5 Aparatos
6 Lavabo/WC
7 Trastero

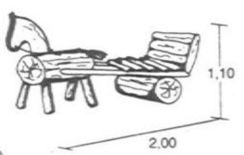
(6) Planta primera → (5)



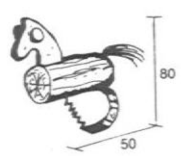
(1) Coche



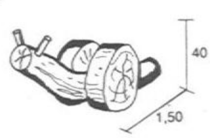
(2) Remolque → (1)



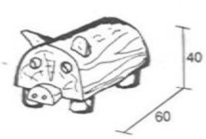
(3) Caballo de indios



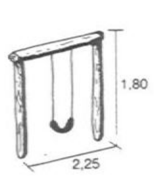
(4) Caballito



(5) Cerdito



(6) Caracol



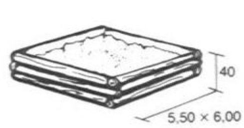
(7) Columpio



(8) Balancín para niños pequeños



(9) Caja de arena (tablas planas)



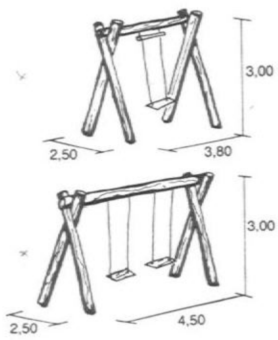
(10) Caja de arena (maderas redondas)



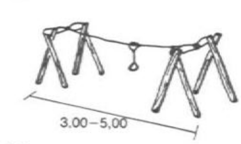
(11) Casita de madera



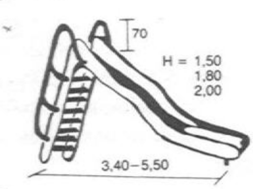
(12) Conjunto de casitas



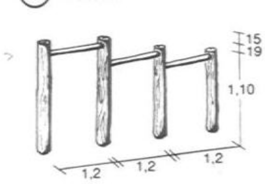
(13) Columpio



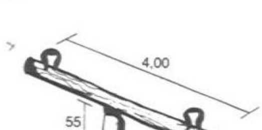
(14) Tobogán



(15) Funicular



(16) Barra escalonada



(17) Balancín



L/B/H 7,30/3,80/3,40

(18) Tobogán y estructura para trepar

Las experiencias lúdicas son un complemento fundamental para el desarrollo de la personalidad del niño. La adaptación al entorno del niño pequeño se realiza sobre todo a través del juego. Las zonas para jugar han de ofrecer variabilidad y diversificación, han de permitir que se satisfagan las necesidades de los pequeños. En el juego se obtienen experiencias sociales, los niños aprenden a valorar el alcance de su manera de actuar.
Requisitos de las zonas de juegos: seguridad, asoleo suficiente, que no se encharque. Véase la norma DIN 7926, parte 1.°
En un barrio residencial, las zonas de juegos para niños han de ser puntos de orientación y han de estar conectadas con las viviendas a través de caminos peatonales. No situarlos en la periferia, sino en relación con otros sistemas de comunicación. Los valores directrices para las zonas de juegos se obtienen a partir de diferentes datos: edades, superficie útil por habitante (m^2/hab.), tamaño de la zona de juegos, distancia a la vivienda, etc.

Grupos de edad	Tamaño m^2/hab.	Distancia a la vivienda en m		en min.
0–6	0,6	95–190	110–230	2
6–12	0,5	750–2400	350–450	5
12–18	0,9	3400–6250	700–1000	15
más de 18	1,5	más de 1500	hasta 1000	15

Al construir edificios de más de 3 viviendas es obligatorio acondicionar una parte del solar para que puedan jugar al aire libre niños pequeños de hasta 6 años, niños de 6 a 12 años y adultos. Según la norma DIN 18034, se han de destinar 5 m^2 de superficie por unidad de vivienda; tamaño mínimo de la zona de juegos: 40 m^2. Las zonas de juego han de tener un cerramiento de al menos 1 m de altura (setos espesos, cerca, valla o similar) hacia la calle, aparcamiento de coches, ríos o torrentes, desniveles pronunciados del terreno, etc.
(1) – (17) Juegos estándar, (18) Módulo completo



(19) Parque infantil «Karnacksweg»

→ 🕮

Se distingue entre **albergues juveniles**, generalmente en el campo, que pueden ser infantiles para niños hasta 13 años y juveniles para jóvenes de 13–17 años, generalmente con una relación directa, y **pensiones juveniles** en ciudades con una oferta turística y cultural, en el centro de la ciudad o en un entorno tranquilo. La tendencia es construirlos con los estándares de un hotel de tres estrellas. Capacidad: 120–160 camas.

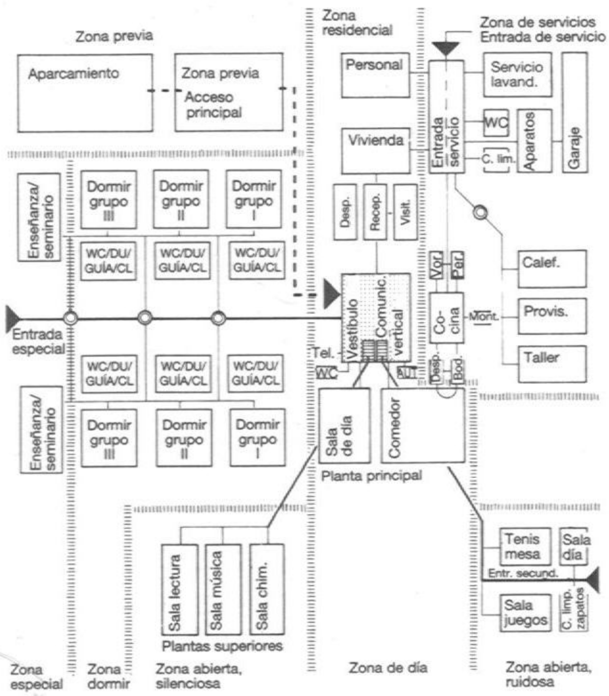
Función: alojamiento y punto de encuentro para seminarios, grupos de colegios, formación de jóvenes y adultos, alojamiento durante viajes de estudio, etc.

Ambitos funcionales:
Salas de estancia y salas de actos, 1 sala por cada 20–25 camas. Varios comedores, superficies de circulación multifuncionales con esquinas diferenciadas, cafetería, sala de conferencias, comedores también utilizables como salas de actos, capacidad en función del número de camas, recepción y despacho para el director. En el exterior, zona de acampada (con acceso a lavabos), zona de juegos y deportes, aparcamiento para coches y autobuses. Zona interior con aislamiento acústico para tenis de mesa, taller de trabajos manuales y artes gráficas.

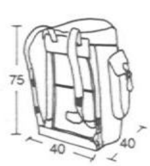
Dormitorios en el albergue ≧ 4–6 (máximo 8) camas con cuarto para el tutor (1 cama, o sofá–cama); en las pensiones, dormitorios de 2–4 camas, dormitorio para el tutor, sencillo o doble, con mesa de trabajo, dormitorio familiar: 4–6 camas, tendencia a dormitorios separados para padres y niños. Chicos y chicas en dormitorios separados. Duchas y lavamanos en los dormitorios, WC separado, accesible a los minusválidos, consigna con cerradura a llave. Cuartos de limpieza en cada planta.

Zona de servicios, parecida a la de los hoteles de 3 estrellas, cocina con expedición de porciones individuales o raciones para grupos, cuartos de instalaciones, cuarto de estar para el personal.

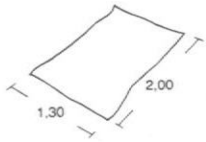
Zona de vivir, vivienda para el director, varios dormitorios para los empleados de 12–15 m² de superficie.



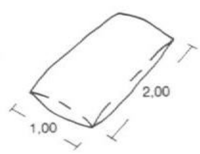
(1) Esquema funcional



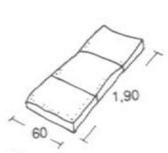
(2) Mochila



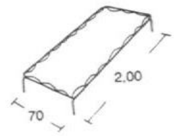
(3) Sábana



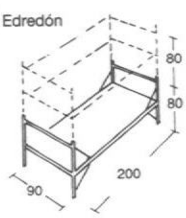
(4) Edredón



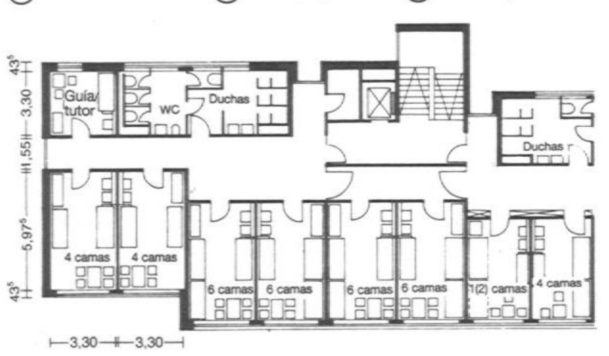
(5) Colchón



(6) Cama plegable



(7) Litera

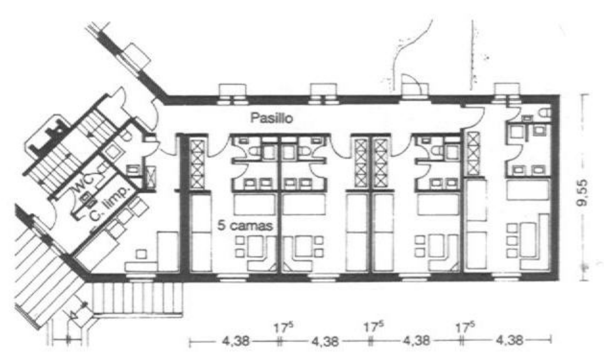


(8) Albergue de juventud en Köln-Riehl con dormitorios de 4 y 6 camas

Arq.: M. Ehringhaus

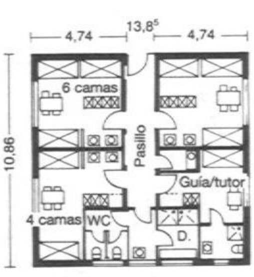


(9) Albergue para familias y vivienda para el personal → (8)

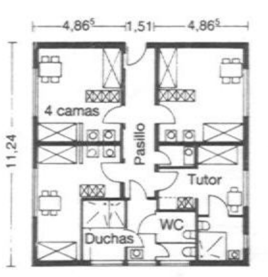


(10) Albergue de juventud en el campo, dormitorios de 5 camas

Arq.: W. Zinke

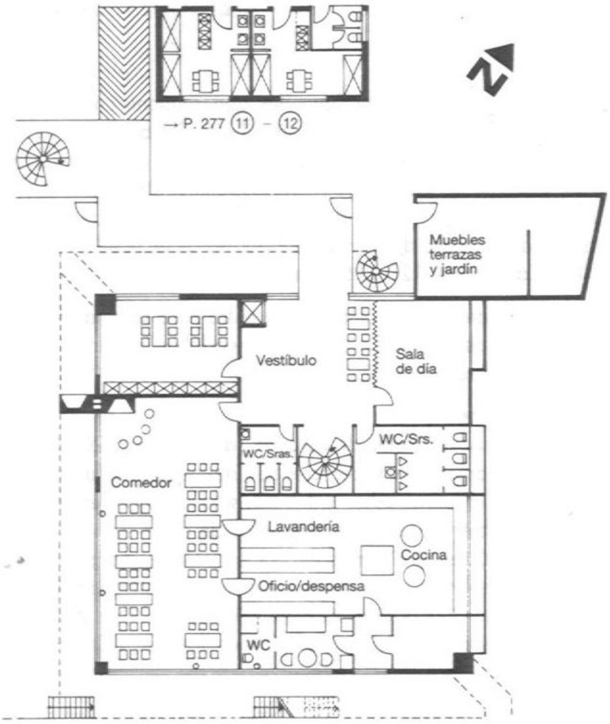


(11) Albergue de juventud Uslar, pabellón con 18 camas

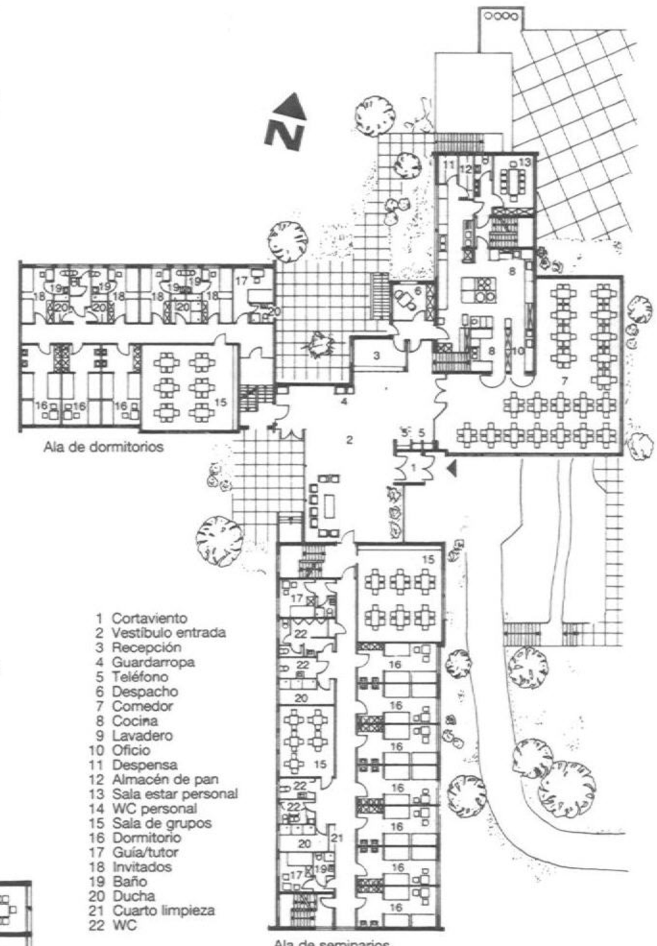


(12) Pabellón con 14 camas

Arq.: Schöwald

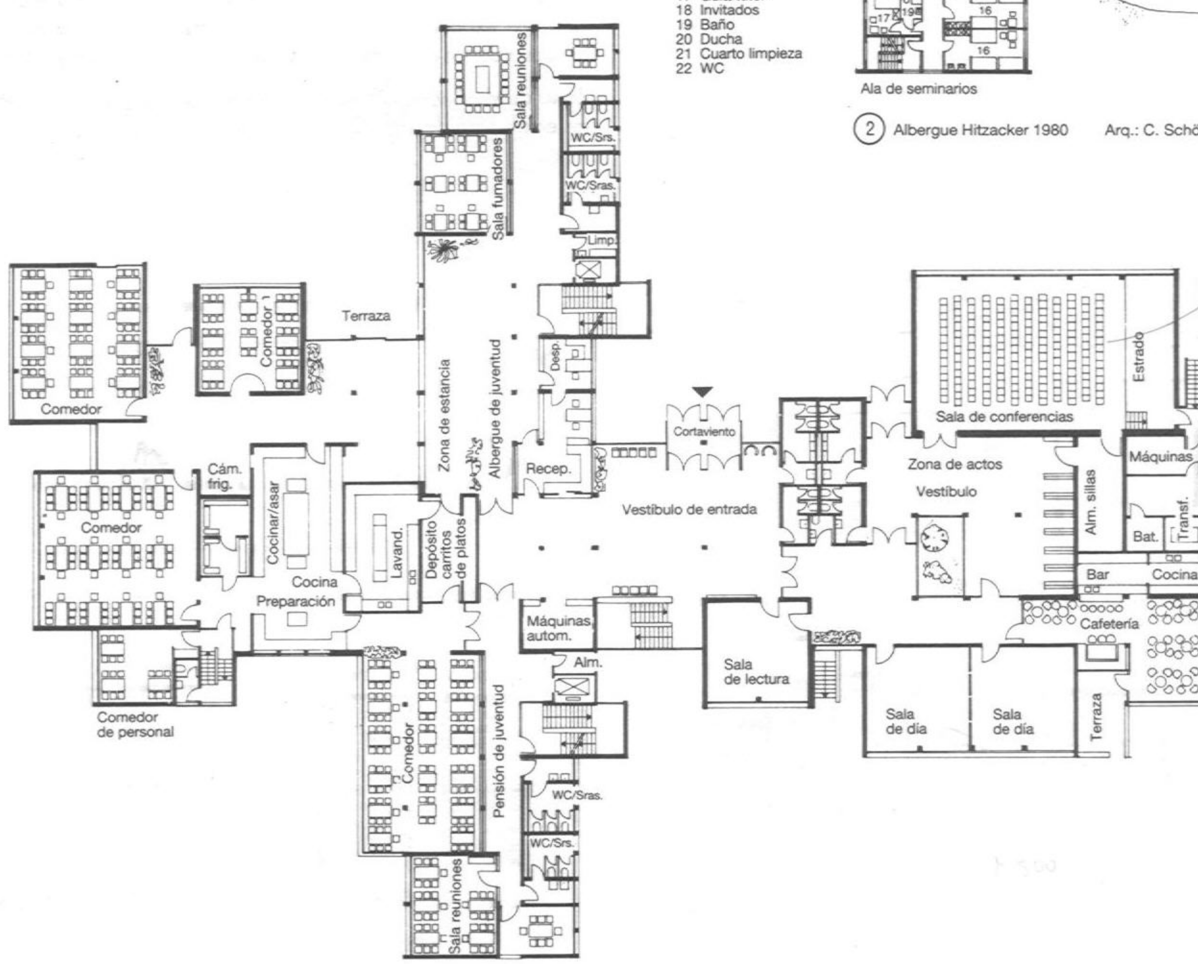


(1) Albergue de juventud en Uslar, planta baja — Arq.: F. Hajek



1 Cortaviento
2 Vestíbulo entrada
3 Recepción
4 Guardarropa
5 Teléfono
6 Despacho
7 Comedor
8 Cocina
9 Lavadero
10 Oficio
11 Despensa
12 Almacén de pan
13 Sala estar personal
14 WC personal
15 Sala de grupos
16 Dormitorio
17 Guía/tutor
18 Invitados
19 Baño
20 Ducha
21 Cuarto limpieza
22 WC

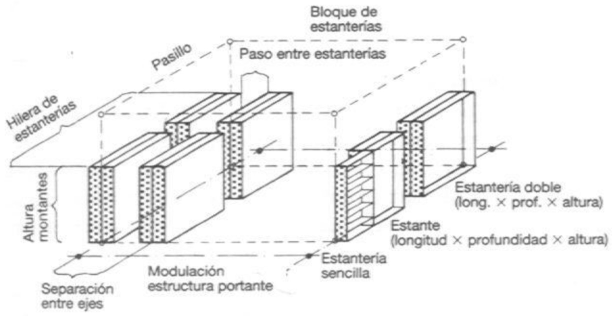
(2) Albergue Hitzacker 1980 — Arq.: C. Schönwald



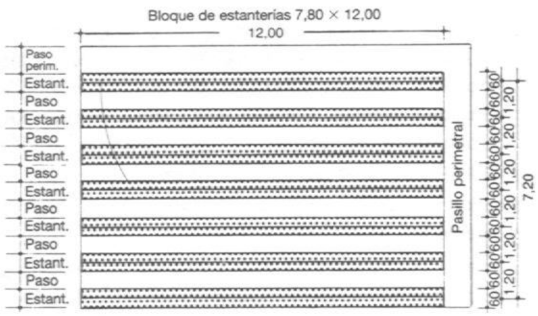
(3) Albergue de juventud en Colonia-Riehl — Arq.: Ehringhaus

BIBLIOTECAS

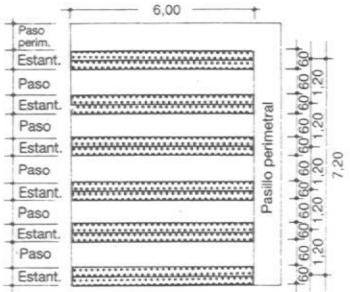
→ 🕮



(1) Esquema para explicar los conceptos utilizados en el cálculo de la superficie necesaria para almacenar los fondos de una biblioteca.



(2) Superficie para estanterías no accesibles a los usuarios



Zona	Sep. entre ejes en m	N.° estantes superpuestos
Almacén	1,30 (1,20) 1,44	6 7
Consulta libre	1,40 1,70	5,5 6,5
Información y lectura	1,60 200	4 6

(3) Superficie para estanterías de consulta libre, bloque de estanterías 7,80 × 6,00

Módulo estructural	7,20 m × 7,20 m	7,50 m × 7,50 m	7,80 m × 7,80 m	8,40 m × 8,40 m
n × separación entre ejes (en m)	6 × 1,20 5 × 1,44 4 × 1,80	6 × 1,25 5 × 1,50 4 × 1,87	6 × 1,30 5 × 1,56 4 × 1,95	6 × 1,20 5 × 1,40 4 × 1,68

(4) Ejemplo de separaciones entre estanterías en función del módulo estructural

Zona	N.° de libros por estante
Depósito	25–30
Zona consulta libre	20–25
Zona información y sala de lectura	20

(5) N.° de libros por estante

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot n_1 \cdot l}{n_2 \cdot n_3} \cdot \left(1 + \frac{N\%}{100}\right)$$

F_1 = superficie necesaria para n libros, incluida la superficie necesaria de acceso en m²
e = separación entre ejes de estanterías dobles en m
n_1 = número de libros a colocar
n_2 = número de libros por 1 m de estante
n_3 = número de estantes superpuestos
l = longitud de la estantería
N% = porcentaje de pasillos

Cálculo de la superficie en m²

$$F_4 = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_3 \cdot n_4} \cdot \frac{1}{2} e \cdot l \cdot \left(1 + \frac{N\% + S\%}{100}\right)$$

F_4 = superficie necesaria para los armarios de catálogo en m²
e = separación entre ejes de armarios de catálogo en m
n_1 = número de libros reseñados en el catálogo
n_2 = fichas de catálogo por volumen
n_3 = fichas de catálogo por cajón
n_4 = número de cajones por longitud de armario
N% = porcentaje adicional de pasillos
S% = porcentaje adicional para pupitres

Superficie para armarios de catálogo:
$16 \cdot 1{,}85 \cdot 1{,}00 = 29{,}60\ m^2$
+ pasillos (40 %)
$29{,}60 \cdot 0{,}40 = 11{,}84\ m^2$
+ puestos de trabajo (15 %)
$29{,}60 \cdot 0{,}15 = 4{,}44\ m^2$

$F_4 = 45{,}88\ m^2$



(6) Ejemplo de una posible disposición del catálogo, incluidos los lugares de trabajo con las superficies necesarias (medidas en m)

Las **bibliotecas científicas** recogen y reúnen la bibliografía para la enseñanza y la investigación, para el préstamo o utilización en la biblioteca (fondo de consulta), por parte de estudiantes u otros usuarios interesados. La relación entre el fondo de consulta y el de préstamo depende del tipo de organización de la biblioteca. Las bibliotecas científicas se estructuran como bibliotecas universitarias según sistemas uniformes o duales: las uniformes se administran de forma centralizada, por regla general, esto quiere decir que junto a la central de la biblioteca (administración y servicios centrales) existen aún 3 o 4 zonas de exposición separadas (bibliotecas especializadas).
Los sistemas duales abarcan una biblioteca central y un determinado número de bibliotecas de departamentos e institutos, más o menos grandes. Los fondos pueden ser accesibles libremente o estar almacenados en estanterías (inaccesibles a los usuarios). Por regla general se emplean sistemas mixtos.
El tipo de organización no sólo influye en la superficie necesaria para el almacenamiento de libros, sino también en la superficie que se ha de destinar a puestos de lectura. Además, junto a los medios impresos se ofrece información audiovisual o registrada electrónicamente, como microfilms, cintas magnetofónicas, diapositivas y bancos de datos. La orientación se facilita mediante una división en especialidades y un almacenamiento sistemático, esto último también influye a su vez en la organización del espacio. La función y la estructura deberían complementarse. Ámbito de acceso: centro de información, catálogos, etc. Puesto de devolución y puesto de préstamo en mostradores separados. Para separar el flujo de usuarios y los recorridos de circulación, la devolución debería situarse fuera de la zona controlada y el préstamo en su interior. Se han de incorporar superficies adicionales para exposición y paneles informativos.

Zonas de utilización y lectura: si las posibilidades de orientación y visibilidad son suficientes, la zona de consulta libre con sus correspondientes puestos de lectura, debería ocupar tres plantas como máximo para poder comunicarlas con escaleras. Las escaleras han de distar 30 m como máximo del centro de la biblioteca. Anchura de los recorridos principales de circulación: 2 m; anchura de los recorridos normales: 1,50 m; paso libre entre estanterías: 0,75 m. La zona de estanterías se ha de conectar con la zona de administración y elaboración de datos (transporte de material); en las bibliotecas de consulta libre, han de estar también directamente conectadas con la zona de utilización y lectura. Formar unidades grandes, a ser posible, con sistemas de transporte situados en el centro. Se ha de vigilar especialmente la protección frente a incendios y escapes de agua (¡depósitos en los sótanos!). La elaboración de datos y el manejo de libros debería situarse en una única planta. Los sistemas e instalaciones de transporte no deberían cortar las zonas de los usuarios.

Superficie necesaria/estructura: la superficie básica de una biblioteca científica se compone de tres zonas: utilización, estanterías y administración, cuya proporción relativa depende del tipo de organización elegido. El programa funcional puede prever además zonas de comunicación, de exposición, etc. La separación entre las estanterías dobles debería concordar con el módulo del edificio (longitud de una estantería doble: 1 m, profundidad de los estantes: 25 cm, altura estandarizada de los montantes: 2,25 m). La separación entre ejes y el número de estanterías depende de la superficie disponible. En las zonas de almacenamiento se colocan también estanterías motorizadas con un aumento del 100 % en la capacidad. Para el almacenamiento y presentación de revistas se ha de prever más sitio si se emplea el mismo tipo de estante.
El acceso a los fondos de la biblioteca se efectúa a través de catálogos. Catálogo de fichas (colocación en el centro con necesidad de mucho espacio). En microfichas (disposición múltiple en la zona de lectura y utilización con reducida necesidad de espacio), o como catálogo informatizado (disposición múltiple, con escasísima necesidad de espacio).

→ 📖

	Exp. rev.	Dep. rev.	Combinación
Separ. entre ejes	1,8 m	1,44 m	2,40
N.° estantes superpuestos	6	0	6
Revistas por 1 m de estante	4	3,5	4
N.° de revistas por 1 m de estante doble	48	70	48
Suplemento por pasillos, etc.	25 %	25 %	25 %
Estándar para 100 revistas	4,7 m²	2,6 m²	6,3 m²

Cálculo de la superficie

La superficie necesaria de uso principal en m² para **exposición y depósito de revistas** por cada 100 revistas puede calcularse, en base a los factores citados, a través de la siguiente fórmula:

$$F_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{e \cdot n_1 \cdot l}{n_2 \cdot n_3} \cdot \left(1 + \frac{N\%}{100}\right)$$

F_2 = superficie necesaria para n revistas, incluido el espacio de movimiento necesario en m²
e = separación entre ejes de las estanterías dobles
n_1 = número de revistas a exponer y/o almacenar
n_2 = número de revistas por 1 m de estante
n_3 = número de estantes superpuestos
l = longitud de las estanterías
N% = porcentaje adicional de pasillos
Fuente: DIN Informe técnico 13, p. 17

(1) Tabla y cálculo de la superficie necesaria en m² de la zona de uso principal para la exposición y depósito de revistas.

	Sep. entre ejes estanterías dobles (m)	Volúmenes por 1 m de estante	N.° estantes superpuestos	Vols. por 1 m de estantería doble	Sup. neces. para 1000 vols. (m²)	Vols. por 1 m²
Almacén no accesible para los usuarios (suplem. 20 %)	1,20	30	6	360	3,99	250,6
		30	6,5	390	3,68	271,7
		25	6,5	325	4,43	225,7
		30	7	420	3,42	292,3
		25	6	300	4,80	208,3
	1,25	30	6	360	4,16	240,3
		30	6,5	390	3,84	260,4
		25	6,5	325	4,61	216,9
		30	7	420	3,56	280,8
		25	6	300	4,99	200,4
	1,30	30	6	360	4,33	230,9
		30	6,5	390	3,99	250,6
		25	6,5	325	4,80	208,3
		30	7	420	3,70	270,2
		25	6	300	5,19	192,6
	1,35	30	6	360	4,50	222,2
		30	6,5	390	4,15	240,9
		25	6,5	325	4,98	200,8
		30	7	420	3,85	259,7
		25	6	300	5,40	185,1
Zona consulta libre (suplemento 25 %)	1,40	30	6	360	4,85	206,1
		30	6,5	390	4,47	223,7
		25	6,5	325	5,17	193,4
		30	7	420	4,16	240,3
		25	6	300	5,82	171,8
		20	5,5	220	7,63	131,0
	1,44	25	6	300	6,00	166,6
		25	5,5	275	6,53	153,1
		20	6	240	7,50	133,3
		20	5,5	220	8,17	122,3
	1,50	25	6	300	6,25	160,0
		25	5,5	275	6,81	146,8
		20	6	240	7,81	128,0
		20	5,5	220	8,51	117,5
Zona sala lectura (suplem 25 %)	1,68	25	6	300	7,00	142,8
		25	5,5	275	7,62	131,2
		20	6	240	8,75	114,2
		20	5,5	220	9,53	104,9
	1,80	20	5,5	220	10,22	97,8
		20	5	200	11,25	88,8
	1,87	20	5,5	220	10,62	94,1
		20	5	200	11,68	85,6
	2,10	20	5,5	220	11,92	83,8
		20	5	200	13,12	76,2
		20	4	160	16,40	60.9

Fuente: Schweigler, p. 120

(2) Cálculo de las superficies

	Retícula estructural							
	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	8,40
Zona almacén (M)		1,05		1,08		1,10		1,05
Zona almacén consulta libre (H)	1,20	1,20	1,20	1,10	1,20	1,20	1,20	1.12/1.2
								1,29
Zona consulta libre (F)		1,40	1,37	1,35	1,33	1,32	1,31	1,40
	1,44				1,50	1,47	1,44	
			1,60	1,54			1,60	1,53
		1,68				1,65		1,68
Zona sala lectura libre (L)	1,80			1,80	1,71		1,80	
			1,92		2,00			
		2,10					2,07	2,10
Puestos de trabajo (2,25)	2,40	2,10	2,40	2,10	2,40	2,20	2,40	2,10
Puestos trabajo en grupo	3,60	4,20	4,80	3,60	4,00	4,40	3,60	4,20

(3) Idoneidad de las retículas estructurales más frecuentes para las funciones más importantes de la biblioteca

Bibliotecas científicas

Deberían tener un puesto de lectura para el 10–15 % de los alumnos de la facultad o escuela superior correspondiente (con un elevado fondo de consulta y una oferta diferenciada). A ser posible situado junto a los muros exteriores, sin deslumbramiento, cerca de las estanterías y alejados de los principales recorridos de circulación.

Puestos de trabajo con pantalla protectora de la luz natural. La superficie necesaria depende del tipo de puesto de trabajo, es decir, se han de prever puestos de lectura individuales, dobles y para grupos y también salas de trabajo individuales y para grupos, aisladas acústicamente.

Proyectar el 15 % de la superficie disponible como salas de trabajo separadas. Equipar las bibliotecas científicas con fondos ampliables, a ser posible, con zonas flexibles, por ejemplo, variabilidad mediante tabiques móviles. Por ello, son necesarias retículas estructurales previstas para diferentes disposiciones de las estanterías, y la elevada sobrecarga en los forjados.

La ampliación vertical y horizontal del edificio ha de concordar con el esquema funcional de la biblioteca.

Por ello, la elaboración de datos y manipulación de los libros («recorrido de los libros») y flujos de usuarios («recorrido del usuario») no deberían interferirse. Disponer las instalaciones de transporte y energía necesarias (ventilación, climatización, iluminación).

Lo más favorable es un edificio compacto con una retícula estructural convencional, por ejemplo, 7,20 x 7,20 m, y 3 m de altura libre entre plantas. Sobrecarga de los forjados, según la utilización, desde 7,5 hasta 10 kN/m².

Prever ascensores para el personal y los usuarios (también usuarios en sillas de ruedas). Equipar los accesos con rampas.

Diseñar las puertas para que las puedan accionar los minusválidos.

Disponer los recorridos de transporte de material, personal y usuarios por separado.

Si el transporte de libros se realiza a través de los ascensores, considerar las medidas para las vagonetas convencionales de libros.

Si el ascensor se concibe exclusivamente para el transporte de personas, planear un montacargas para los aparatos y el material.

Zona de la biblioteca/ tipo de forjado	Almacén y almacén consulta libre	Instalaciones compactas	Sala lectura y zona consulta libre	Administr.
Forjados bidireccionales	7,5	12,5	5,0	5,0
Forjados unidireccionales	8,5	15,0	5,0	5,0

(4) Sobrecarga en los forjados (kN/m²)

Número de	Separación entre ejes estanterías (m)							
Estantes	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
4	3,83	3,72	3,62	3,54	3,46	3,39	3,33	3,27
5	4,38	4,24	4,11	4,00	3,90	3,81	3,73	3,65
6	4,93	4,75	4,60	4,46	4,34	4,23	4,13	4,03
7	5,48	5,27	5,09	4,93	4,78	4,65	4,53	4,42
8	6,03	5,79	5,58	5,39	5,22	5,07	4,93	4,80
9	6,58	6,31	6,07	5,85	5,66	5,49	5,33	5,18

(5) Sobrecarga de uso según la separación entre ejes de las estanterías y número de estantes superpuestos

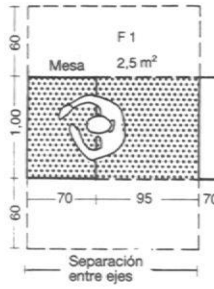
N.° estantes superpuestos / Alt. máx. libros en cm / Profundidad media libros en cm	7 25 18	6 30 20	5 35 22	Basado en una distribución de formatos de: 25 cm –65 % 25 a 30 cm –25 % 30 a 35 cm –10 %
Sobrecarga por estante en kN	0,30	0,51	0,55	resulta una resistencia del forjado para el ámbito del almacén de 7,5 kN/m²

(6) Sobrecarga admisible en los forjados de almacenaje 7,5 kN/m²

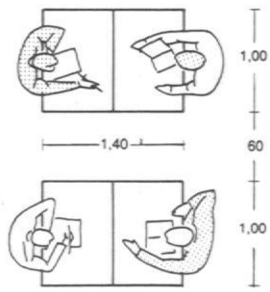
Fuente: DIN, Informe Técnico 13

BIBLIOTECAS

→ 🕮



(1) Superficie necesaria para un puesto de trabajo individual → (3)



(2) Separación mínima entre mesas

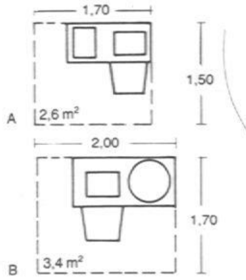
$$F_1 = b \cdot e \cdot \left(1 + \frac{N\%}{100}\right) \quad \text{Fórmula 1}$$

F_1 = superficie necesaria para un puesto abierto de trabajo
b = anchura de la mesa
e = separación entre ejes de mesas colocadas una detrás de otra
N% = porcentaje de suplemento adicional de pasillos para acceder a cada uno de los puestos de trabajo

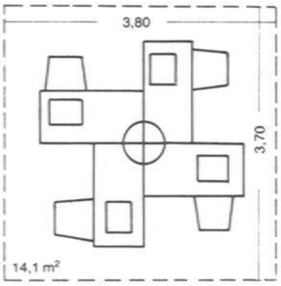
Bajo las condiciones mencionadas aquí, la superficie necesaria para cada puesto de trabajo es de unos 2,50 m².
Ejemplo:

$$F_1 = 1{,}00\ \text{m} \cdot (0{,}70 + 0{,}95) \cdot \left(1 + \frac{50}{100}\right)$$
$$F_1 = 2{,}48\ \text{m}^2$$

(3) Cálculo de la superficie → (1) m² de superficie de uso principal



(4) Puesto de lectura para microfichas del catálogo → (6)



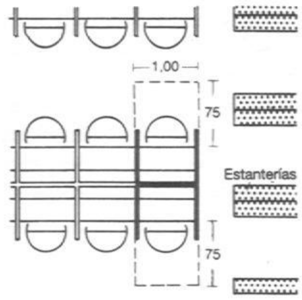
(5) Cuatro puestos de lectura para microfichas del catálogo

Puesto de lectura para microfichas del catálogo en una mesa de 60/120 cm, con soporte de discos (10 discos giratorios como máximo) → (4) A.

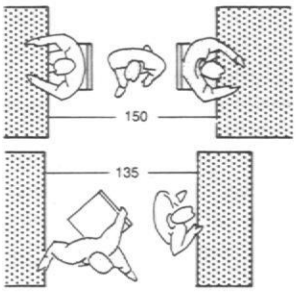
Puesto de lectura para microfichas del catálogo en una mesa de 75/150 cm con soporte de discos (15 discos giratorios como máximo) o soportes giratorios (50 discos suspendidos como máximo) → (4) B.

4 puestos de lectura para microfichas en mesas 75/150 cm para 1-2 soportes giratorios con 50-100 discos suspendidos (3,70 m × 3,80 m) → (5).

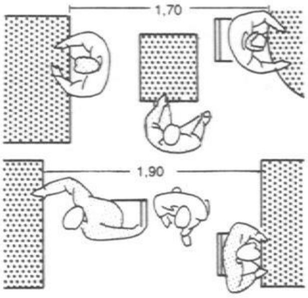
(6) Dimensiones → (4) – (5)



(7) Puestos de trabajo individuales, sistema «Carrel»



(8) Mínimo espacio de movimiento en la zona de lectura → (9)



(9) Para transportar libros entre otras personas de pie y sentadas → (8)

Bibliotecas científicas

Un sistema de correo neumático puede transportar la información (hojas de préstamo). En algunos casos puede ser necesario un sistema adicional de transporte de libros. Evitar, si es posible, los transbordos de material, facilitando la llegada directa al punto de destino. Adaptar la iluminación a los diferentes ámbitos de utilización. Para los puestos de trabajo y lectura es favorable la luz natural. Las zonas de almacenamiento de libros se han de proteger de la luz diurna.

Se ha de intentar que en los puestos de trabajo la iluminación se distribuya aproximadamente según una proporción 10:3:1 (libro-superficie de la mesa-fondo).

Salas de estar: 100–330 lx, almacenes: 150–300 lx, despachos y administración: 250–500 lx, salas de lectura sin luminarias individuales y zonas de catálogos: 300–850 lx. Iluminación independiente para cada una de las zonas y de intensidad regulable individualmente en los puestos de trabajo. Para la climatización se ha de tener en cuenta el siguiente principio: construir de acuerdo con el clima y climatizar el espacio de acuerdo con la construcción.

Valores a alcanzar:

Sala de lectura/zona de consulta libre: 20–22 °C en verano, 20 °C en invierno, 50–60 % de humedad relativa, 6–7 renovaciones de aire/hora.

Almacén: 17–22 °C en verano, 17 °C en invierno, 50–60 % de humedad relativa, 6–7 renovaciones de aire/h.

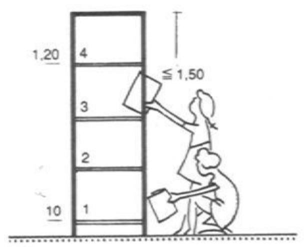
La climatización del edificio se ha de diferenciar por zonas. No es conveniente diseñar grandes oficinas en la zona de administración, para poder controlar la climatización. Climatización conjunta de los almacenes, ya que es imposible alcanzar las condiciones climáticas deseables sólo con ayuda del tipo de construcción.



(10) Estantería con 5 estantes



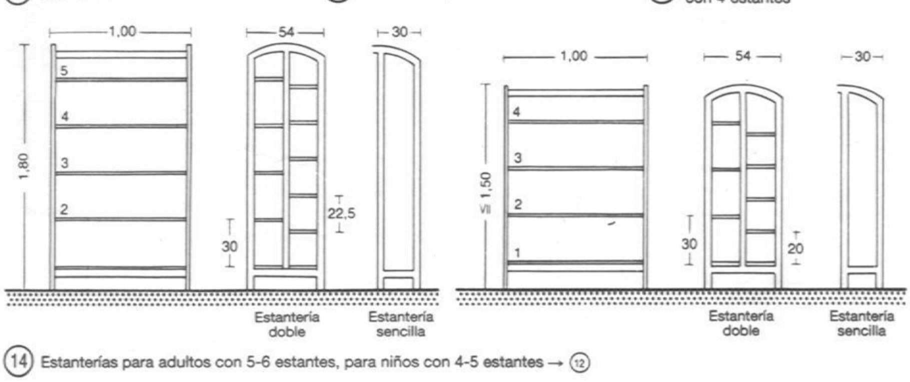
(11) Estanterías para escolares



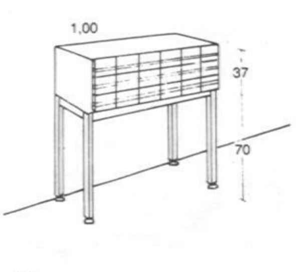
(12) Altura de una estantería para niños con 4 estantes



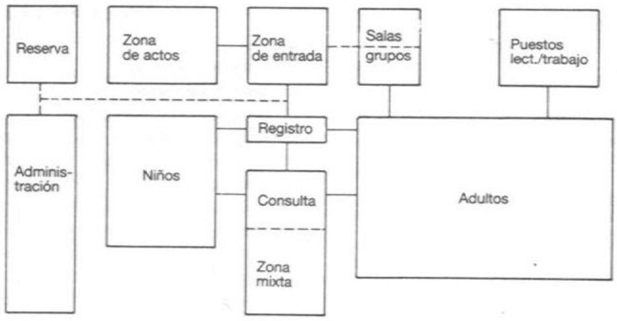
(13) Armario para revistas



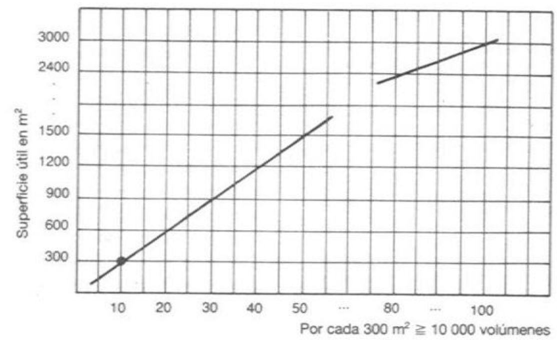
(14) Estanterías para adultos con 5-6 estantes, para niños con 4-5 estantes → (12)



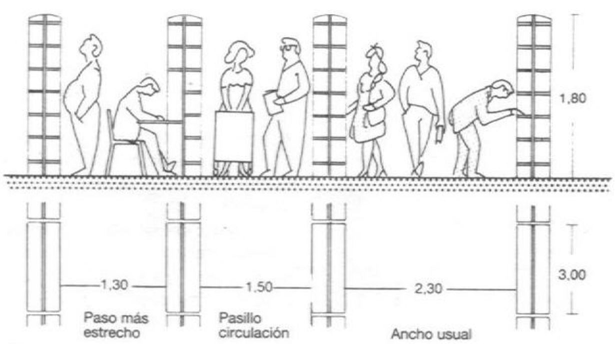
(15) Armario para catálogo



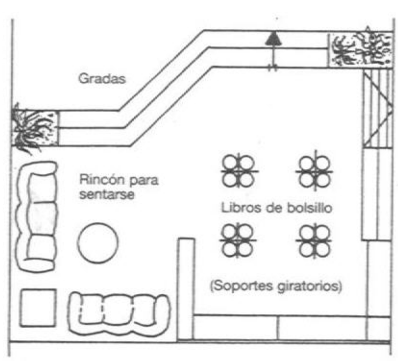
(1) Esquema funcional de una biblioteca media



(2) Esquema de la superficie necesaria en las bibliotecas públicas, en función del fondo almacenado



(3) Separaciones mínimas



(4) Pequeña zona de estancia



(5) Biblioteca en Gütersloh Arqs.: Geller y Müller

BIBLIOTECAS

→ 📖

Las **bibliotecas públicas** no tienen la misión científica de recolección exhaustiva y archivado, sino que son bibliotecas de consulta libre, por lo general, sin almacén. Los usuarios son niños, jóvenes y adultos. Las bibliotecas públicas orientan su oferta y su servicio a las necesidades de los usuarios. En tanto «lugar de comunicación» para todos los grupos de población, junto a la oferta tradicional de libros, también ofrece información/asesoramiento a los ciudadanos, audición de música, zonas de estancia, cafetería, puestos de trabajo individuales y en grupo. Además, se le puede añadir una biblioteca de música, una arteteca (préstamo de arte) o una biblioteca de diapositivas.

Los fondos (medios de comunicación) también pueden consistir —además de libros y revistas— en periódicos, separatas, juegos y nuevos medios (discos compactos, cintas de vídeo, software informático) que se pueden pedir prestados o utilizar en la propia biblioteca. El diseño del espacio ha de animar a permanecer en el interior y ofrecer zonas diferenciadas para adultos, niños y jóvenes → (5).

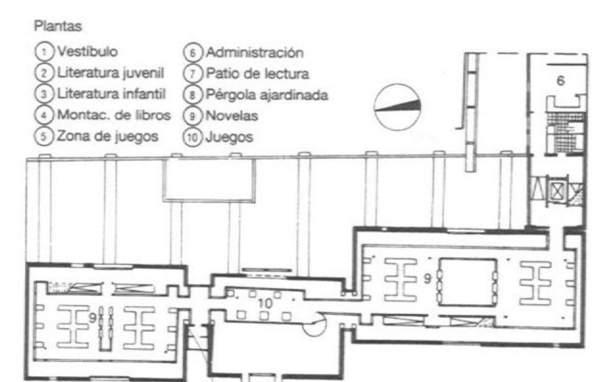
El espacio necesario depende de la magnitud de los fondos → (2).

Lo óptimo serían 2 unidades de medios/habitante, tamaño mínimo 300 m^2 útiles y un fondo de 10 000 unidades → (2).

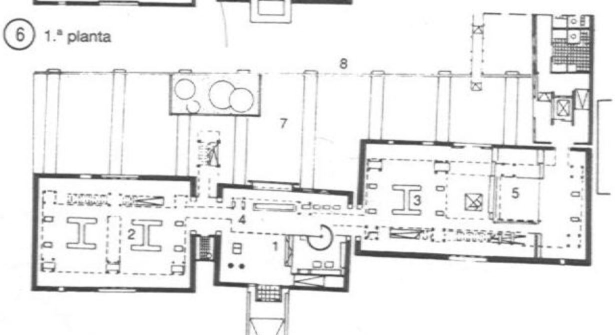
Tamaño de las superficies conectadas: aproximadamente cuadrada y de utilización flexible, posibilidad de extenderse horizontalmente y no en vertical (menos personal), ampliable y con un acceso que invite a entrar → (1).

Estanterías con 5 o 6 estantes. Altura máxima de alcance: 1,80 m → (3). En 1 ml de estante caben 30 volúmenes de libros de texto, 33 volúmenes de novelas o 35 libros de literatura infantil (4 estantes y 1,20 m de alcance máximo). Longitud de las estanterías: 3 m como máximo. Transporte de libros en carritos. Medidas más usuales, por ejemplo, 92/99/50 A/P/H. En grandes bibliotecas colocar montacargas junto a la entrada de suministradores.

Para las bibliotecas públicas se calcula una sobrecarga de 5 kN/m^2. Almacenes compactos (estanterías mecanizadas sobre guías) entre 12,5 y 15 kN/m^2.

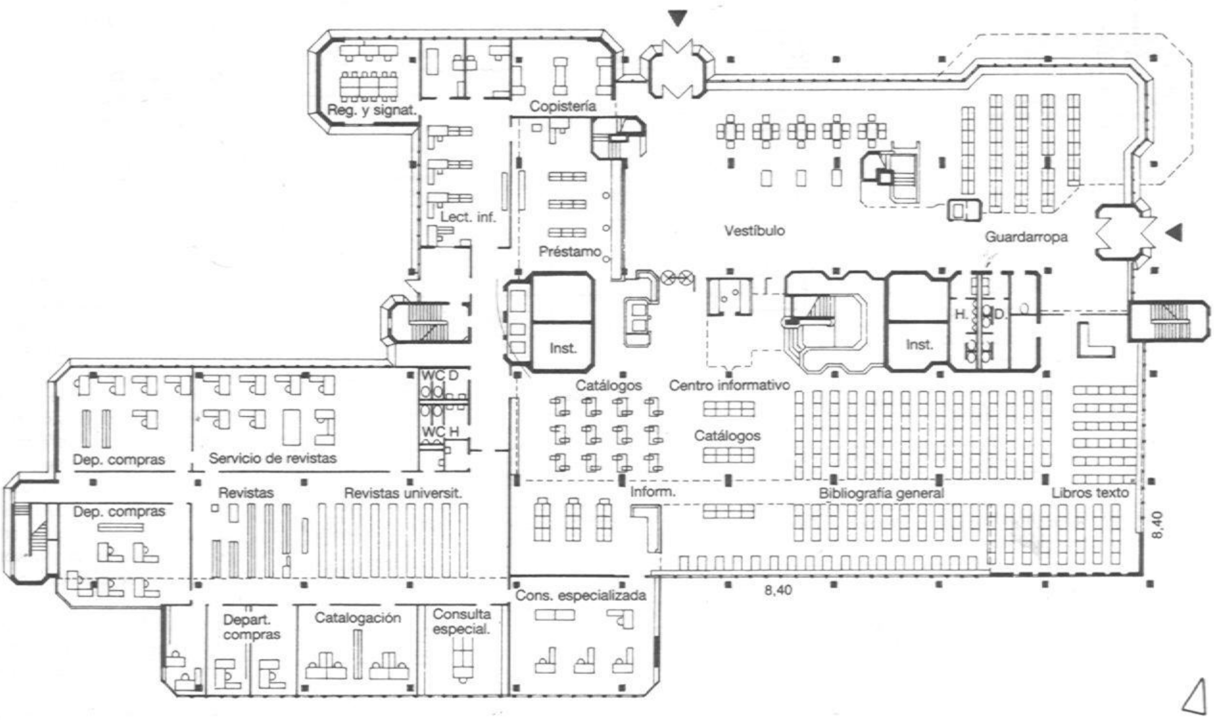


(6) 1.ª planta



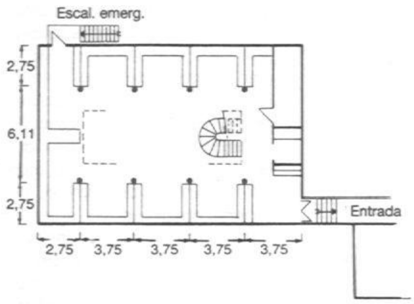
(7) Planta baja de la biblioteca en Viernheim (rehabilitación) Arqs.: Rittmannsperger y asoc.

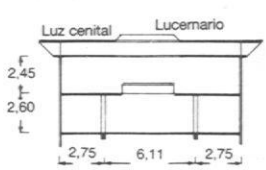
BIBLIOTECAS



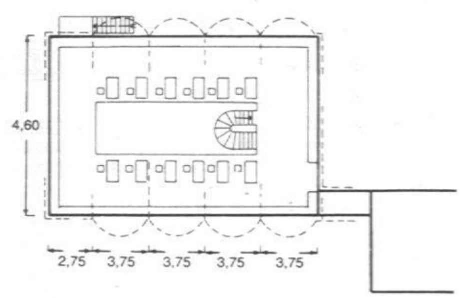
(1) Planta baja de la biblioteca universitaria de Düsseldorf

Proyecto: Departamento estatal de arquitectura en Düsseldorf





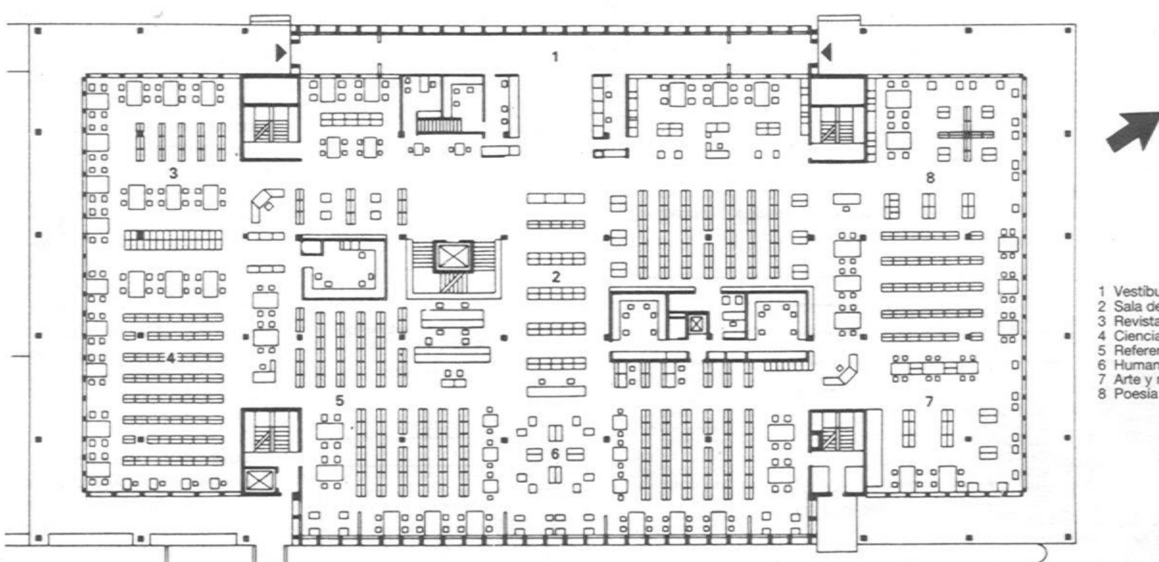
(3) Sección → (2) – (4)



(2) Planta baja de la biblioteca de un Instituto

Arq.: Neufert

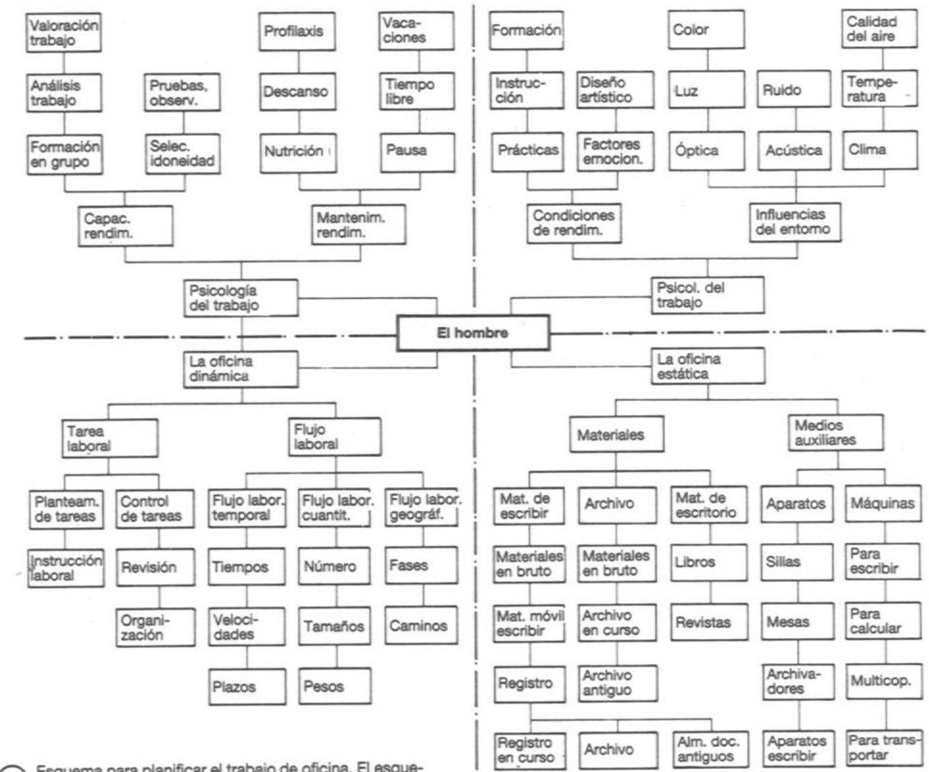
(4) Primera planta



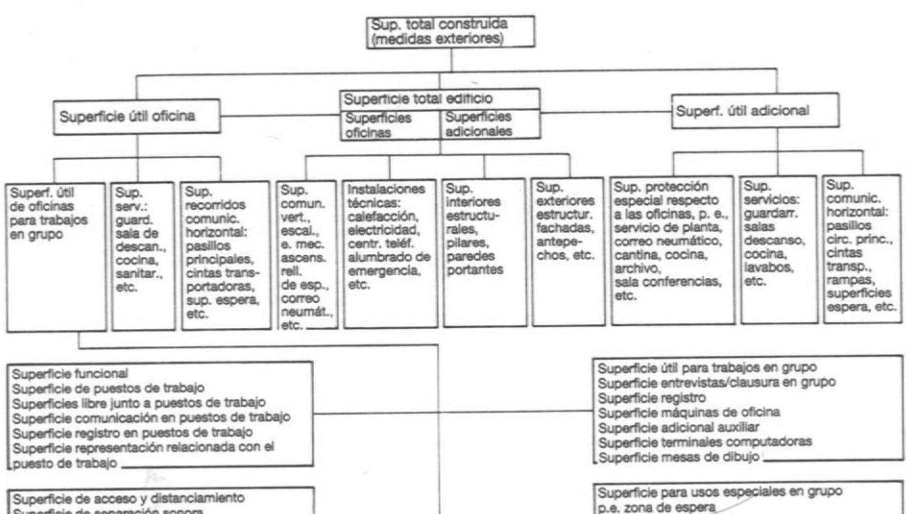
1 Vestíbulo de entrada
2 Sala de catálogos
3 Revistas
4 Ciencias
5 Referencias
6 Humanidades
7 Arte y música
8 Poesía

(5) Gran biblioteca en EEUU

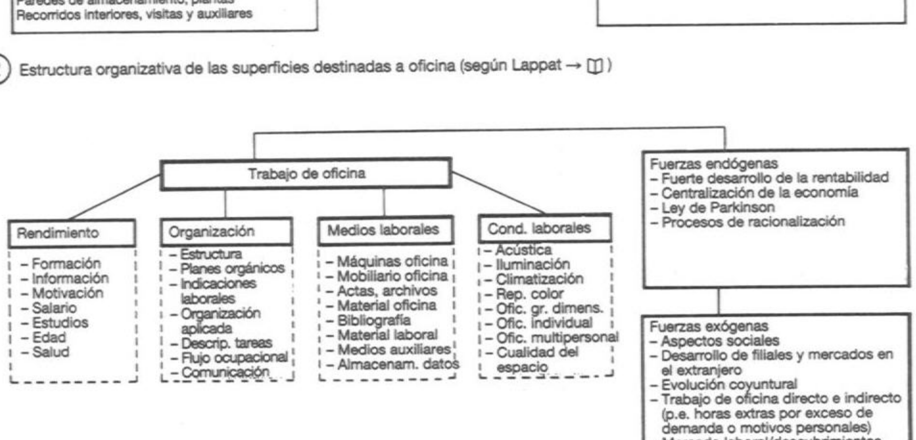
Arqs.: Curtis y Davis



(1) Esquema para planificar el trabajo de oficina. El esquema se estructura en su mitad superior en conceptos que se refieren al trabajo en general, y en la mitad inferior al trabajo de oficina en particular. Los problemas de la mitad izquierda del esquema se pueden resolver mediante medidas profilácticas y pedagógicas, los de la mitad derecha a través de medidas técnicas y de organización.



(2) Estructura organizativa de las superficies destinadas a oficina (según Lappat → 📖)



(3) Las influencias que afectan al trabajo de oficina (según A.G. Henkel → 📖)

EDIFICIOS DE OFICINAS

FUNDAMENTOS → 📖

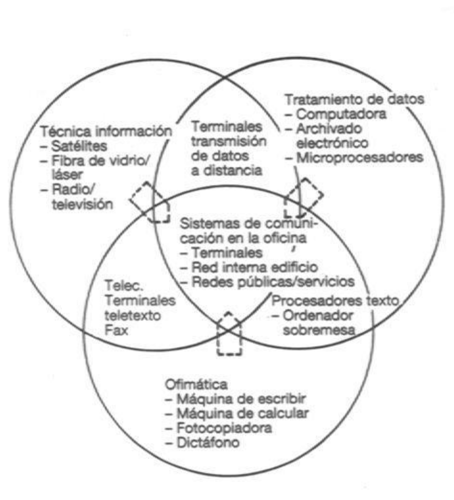
Trabajo de oficina
La manera de organizar el trabajo de oficina (ofimática, trato con los clientes, estructura burocrática) influye también en las necesidades espaciales resultantes. Las observaciones realizadas durante largos períodos de tiempo, han demostrado que se desarrollan y modifican determinadas tipologías edificatorias. Junto a soluciones precursoras siempre existieron edificios tipológicamente iguales, que en su conjunto reflejaban representativamente la expresión de las fuerzas e influencias actuantes en su formación → (3). En el diseño del trabajo de oficina el hombre está pasando a convertirse cada vez más en el aspecto central → (1). Al acelerarse los cambios tecnológicos en el trabajo de oficina, la transparencia del trabajo se convierte en un elemento importante de motivación laboral. El diseñador tiene aquí posibilidades de influir en todos los campos de la proyectación del espacio y puestos de trabajo, que según Gottschalk → (3) cada vez tienen mayor importancia en la satisfacción laboral.

Grupos de espacios → (2): I. Ámbito de oficinas: oficinas celulares para 1–3 personas con puestos de trabajo AZUBI. Grandes salas para 200 personas al mismo nivel. Oficinas mixtas con puestos de trabajo individuales y zonas utilizables en grupo. Todos los espacios multifuncionales para trabajo individual y en grupo, además de una secretaría. II. Ámbito de archivo: almacenamiento de actas, microfilms, discos informáticos, aparatos de archivo, reproducción, destrucción, dibujos, transporte de documentos mediante instalación específica o a mano. III. Servicios centrales de mecanografía con dictáfono, multicopiadora, imprenta, fotocopiadora, laboratorio fotográfico. IV. Central de correos, administración de material (a ser posible en la planta baja). V. Zona de representación, sala de juntas con vestuario, salas de exposiciones, salas de conferencias, sala de visitas. VI. Servicios sociales: guardarropa, cocina de planta, WC, salas de descanso, salas de reposo, gimnasio, cafetería con cocina. VII. Superficie de reserva y ampliación. VIII. Aparcamiento en superficie y subterráneo, acceso, suministros. IX. Superficies de circulación: pasillos, escaleras, ascensores, accesos interiores y exteriores. X. Instalaciones centralizadas, climatización, ventilación, calefacción, energía, centro de cálculo, telecomunicaciones, limpieza y mantenimiento.

Planificación. Una recogida detallada de la estructura organizativa y de funcionamiento y con ello de las funciones y relaciones específicas en el desempeño de los trabajos conduce a redactar un programa de necesidades concreto y exhaustivo (análisis de necesidades).

EDIFICIOS DE OFICINAS

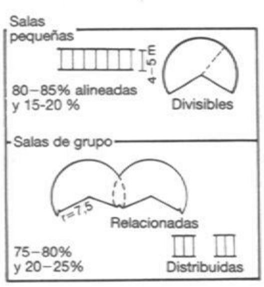
FUNDAMENTOS → 📖 TENDENCIAS/CRITERIOS



(1) Relaciones entre técnica de información, tratamiento de datos y ofimática



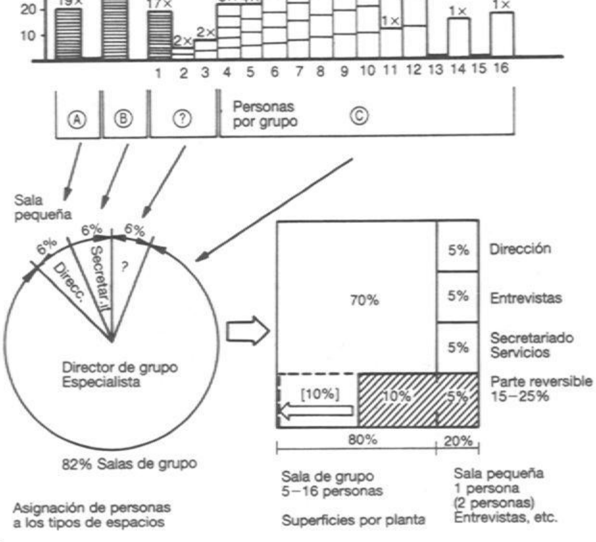
(2) Evolución en el sector de servicios



(3) Distribución de los espacios de trabajo



(4) Utilización diaria de la oficina Superficie en %



(5) Fundamentos de utilización para distribuir el espacio (según Gottschalk → 📖)

Influencia de la tecnología de la información y de la ofimática
La evolución de la tecnología de la información y de la comunicación modifica las condiciones laborales en los puestos de trabajo de una oficina.

Las terminales multifuncionales sustituyen a las máquinas individuales de tratamiento de textos, datos e imágenes, los sistemas individuales se conectan en red para formar un sistema de comunicación ofimático integrado → (1). Debido al trabajo con terminales de ordenador (según Gottschalk aprox. 20 % → 📖 BAP), y los aparatos periféricos correspondientes, aumenta la superficie necesaria de los puestos de trabajo en unos 2 a 3 m² hasta llegar a aprox. 15–18 m². Nuevos criterios —mayor calidad de los puestos de trabajo, garantizar la flexibilidad, minimizar los costes y mayor énfasis en un entorno ecológico— influyen en el diseño de los puestos de trabajo y en la configuración del espacio de los nuevos edificios destinados a oficinas. Muchos edificios antiguos ya no cumplen las normativas vigentes (aprox. 70 % según Henkel → 📖). La modernización y rehabilitación (→ instalaciones) es tan relevante como la construcción de edificios de nueva planta debido al crecimiento del sector terciario → (2).

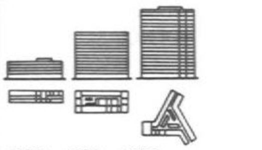
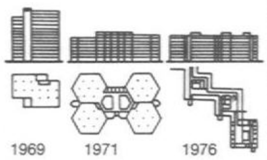
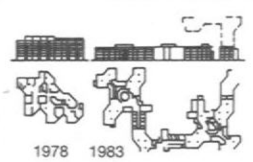
En las actividades administrativas (seleccionado, copiado, archivado, búsqueda, adquisición de material) el potencial de racionalización es aprox. el 25 % del trabajo semanal. Los trabajos rutinarios con pausa activa de descanso se han reducido en un 50 %. El creciente trabajo en casa (mediante sistemas de comunicación a distancia, p. e., vía modem) no comportan una reducción significativa de la superficie de oficina, ya que en ella se ha de seguir realizando una parte del trabajo (entrevistas, reuniones, etc.). También la aplicación de nuevas formas de actividad tiene sus límites.

A la potencial independencia de la ubicación (descentralización) se le oponen otras fuerzas (concentración en un puesto central, situación urbana como signo de continuidad, ambiente, trabajo y ocio en un mismo lugar, etc.) que pueden jugar un papel significativo. Los viajes por motivos profesionales podrían reducirse en un 50 % mediante videoconferencias.

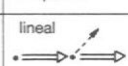
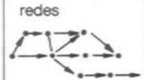
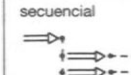
Cambios en el puesto de trabajo
El efecto racionalizador de la tecnología de la información (modelo de organización) modifica la estructura de la oficina. El personal necesario disminuye, los grupos de trabajo se hacen más pequeños. La distribución, hasta ahora jerárquica del trabajo (director, secretaria, especialista, etc.) se convierte en un grupo de trabajo integrado y ello afecta también a la diferenciación de espacios. Una relación más sensible con el entorno más inmediato del puesto de trabajo responde a la nueva actitud respecto a la calidad del puesto de trabajo (luz natural, relación con el medio ambiente, consumo de energía) y la actividad (enfoque ecológico, consumo de material, aprovisionamiento). El puesto de trabajo es, desde el punto de vista del usuario, un lugar de interacción social de creciente significado. Una carga física y psíquica más elevada origina una mayor atención para el entorno laboral (suficiente superficie, decisiones personales en cuanto a distribución del mobiliario, ventilación, iluminación, suficiente protección frente a las perturbaciones). Un 75 % del trabajo diario se realiza en el propio puesto de trabajo → (4). Los contactos laborales son importantes, así como las instalaciones utilizadas colectivamente. Por ello, la exigencia de una zona mixta de despachos individuales y despachos de grupo. Puestos de trabajo «personales» y «colectivos» → (3), (5).

Junto a la remodelación de oficinas existentes, se dibujan nuevas configuraciones del espacio a partir de salas de uso individual y en grupo: la sala de grupo parcialmente zonificada según O. Gottschalk → 📖, la oficina combinada según E. Sieverts → 📖 y W. Fuchs → 📖 y el puesto de trabajo múltiple o polivalente según A. G. Henkel → 📖.

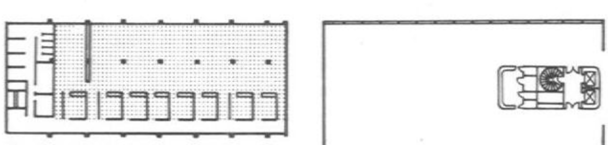
FUNDAMENTOS → 📖

Influencia de la función y ...	Medios auxiliares	Situación
 1958 1961 1963 Ordenación representativa	Máquinas de calcular y escribir mecánicas Teléfono Archivadores Correo neumático 1950–1965	Ciudad Frontera de la ciudad
 1969 1971 1976 Flexibilidad organizativa	Máquina de escribir eléctrica Fichero Telex 1965–1975	Polígonos de oficinas Frontera de la ciudad
 1978 1983 Entorno laboral diferenciado	Técnicas de comunicación 1975–	Frontera de la ciudad «en zona verde»

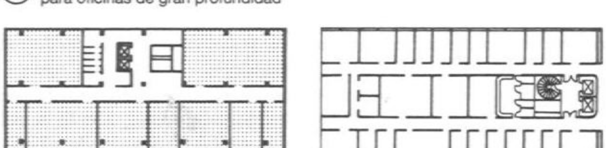
(1) Plantas-tipo desde 1950 (según Gottschalk → 📖)

Época	Tipo	Medios auxiliar.	Esquema
a partir de 1950	Salas pequeñas: alineadas superpuestas	Máquinas mecánicas Teléfono Archivador	lineal 
a partir de 1965	Sala grande: transparente flexible	Máquina de escribir eléctrica Fotocopiadora Telex	redes 
a partir de 1980	Salas de grupo: relacionadas estructuradas	Tratamiento electrónico de textos Técnicas de comunicación	secuencial 

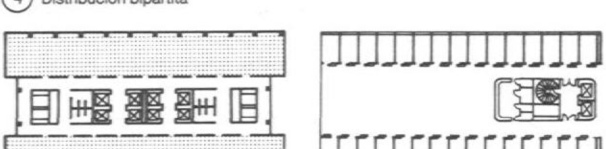
(2) Tipo de edificio y estructura laboral (según Gottschalk → 📖)



(3) Distribución unipartita, rentable para oficinas de gran profundidad



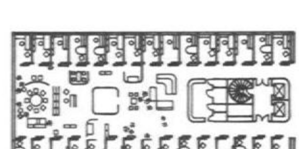
(4) Distribución bipartita



(5) Distribución tripartita



(6) Distribución sin pasillo



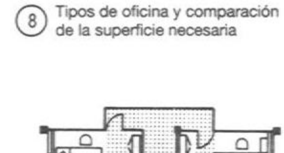
(7) Primer proyecto para una oficina combinada: Sede ESAB, arq.: Tenbom, Estocolmo 1976; variantes de distribución: sala grande, sala de grupos, oficinas celulares, oficina combinada.

TIPOLOGÍA

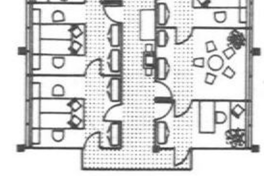
Tipos de espacios

La tabla → (1) (s. Gottschalk → 📖) muestra la clasificación de las diferentes clases de plantas en relación con la función y la ofimática como factores determinantes en la concepción del edificio.
Las técnicas laborales están estrechamente relacionadas con la tecnología disponible → (2). La estructura laboral de los años 50, 60 y 70, que se complementa con las técnicas actuales de información y ofimática, tienen tanta influencia en el trabajo de oficina y en el entorno laboral (véase cambios en el puesto de trabajo) que se pueden llegar a generar las correspondientes nuevas configuraciones en planta.

Tras las tipología de oficinas celulares de los años 50, las oficinas de grandes espacios diseñadas a partir de mediados de la década de los 60 y las salas de grupo proyectadas durante los años 70 y 80, en los 90 parece que se va imponiendo el tipo de oficina combinada (→ 📖 Fuchs, Gottschalk, Sieverts) —primeros ejemplos desde 1976 en Dinamarca— con nueva sección del espacio y combinaciones de todas las formas en planta conocidas. La orientación solar se considera de manera diferente.
Según Rosenauer → 📖 el 90 % de todos los edificios de oficinas construidos en EEUU tienen el eje principal en dirección E/O, ya que el sol bajo del amanecer y del atardecer es el que más molesta. Del sol de sur es fácil protegerse mediante voladizos. Según Joedicke → 📖 es preferible el eje principal en dirección N/S, para garantizar el asoleo de todos los espacios. Salas a norte sólo defendibles en edificios sin pasillo.



(8) Tipos de oficina y comparación de la superficie necesaria

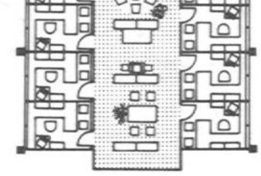


(9) Oficina celular

Sistemas

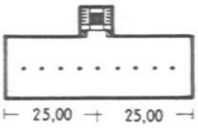
Las distribuciones unipartitas son poco rentables (¿luz natural?) y sólo se pueden defender para oficinas de gran profundidad → (3). Las distribuciones bipartitas son las más frecuentes hasta ahora en los edificios de oficinas, ya que permiten segregar pequeños despachos individuales con luz natural → (4). Las distribuciones tripartitas son las más frecuentes en los rascacielos de oficinas → (5). Las distribuciones sin pasillo son el sistema preferido en los centros urbanos de EEUU: agrupación de todas las salas con luz natural o artificial alrededor de un núcleo de comunicación central (ascensores, escaleras, conductos de ventilación) o adosado → (6). Sistema EEUU en las afueras de la ciudad: gran sala de trabajo interior con un falso techo equipado con todas las instalaciones (absorción acústica, iluminación y acondicionamiento de aire) y pequeños despachos en el perímetro con iluminación natural.
Oficina combinada: desarrollada a partir de mediados de los años 70 en Dinamarca, como sistema EEUU, profundidad del edificio 16–18 m distribuido en una única gran sala de trabajo o también como planta tripartita de oficinas celulares → (7).
La luz natural se puede aprovechar hasta una profundidad de aprox. 7,00 m. Nuevos sistemas de iluminación natural (v.: Técnicas de iluminación natural), basados en el transporte y reflexión de la luz (prismas, reflectores), permiten aprovechar la luz natural de manera aún más eficaz.
En la investigación sobre la rentabilidad del prof. H. Sommer → 📖 se planteó un programa de distribución del espacio según cinco alternativas diferentes, para obtener datos cuantificables sobre las necesidades de espacio → (8).

- Oficinas celulares estándar, retícula axial 1,25 m, exclusivamente 3 salas axiales.
- Oficinas celulares confortables, retícula axial 1,50 m, anchura variable de las salas.
- Gran sala de oficina, profundidades de 20 a 30 m, superficie de hasta 1000 m².
- Salas de grupo, 15–20 colaboradores, puestos de trabajo a ≦ 7,50 m de la fachada.
- Oficina combinada, exclusivamente despachos individuales de aprox. 10 m², con una zona común de 6 a 8 m de profundidad.

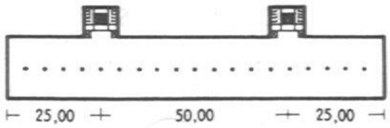


(10) Oficina combinada

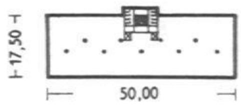
M. 1 : 2000



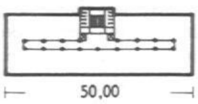
(1)



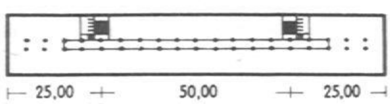
(2)



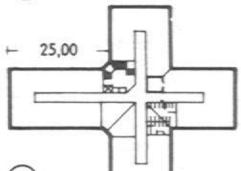
(3)



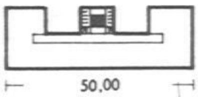
(4)



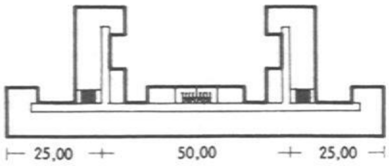
(5)



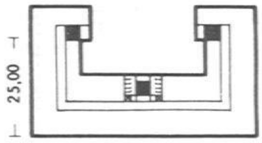
(6)



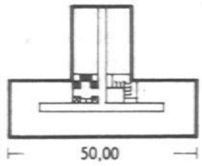
(7)



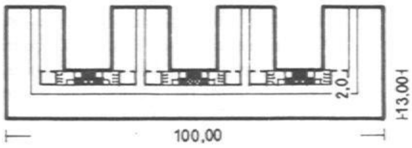
(8)



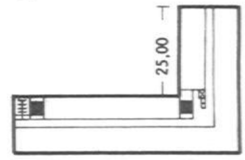
(9)



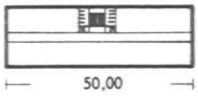
(10)



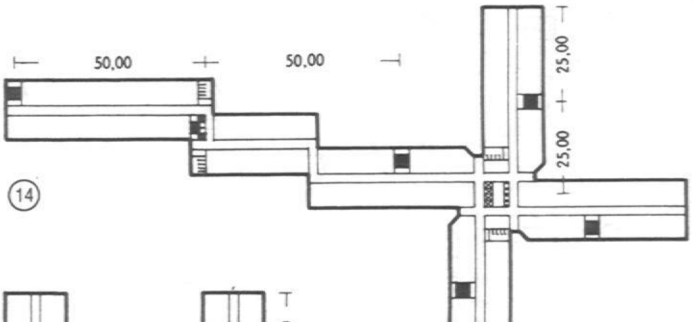
(11)



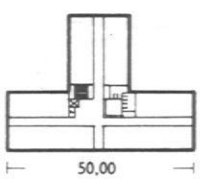
(12)



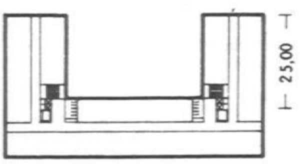
(13)



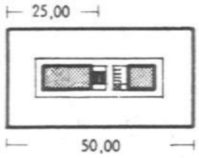
(14)



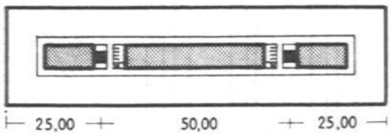
(15)



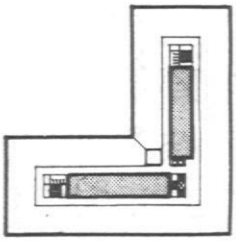
(16)



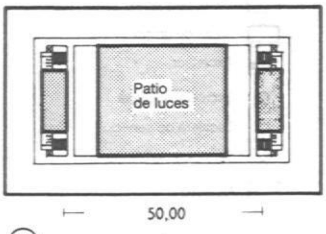
(17)



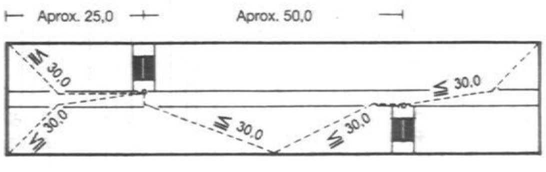
(18)



(19)



(20)



(21) Según la normativa, desde cualquier sala destinada a permanencia habitual, ha de poder accederse a una escalera situada a una distancia ≦ 30 m → (22). Por esto, las escaleras se disponen a 25 m de los límites del edificio y a 50 m de separación entre sí → (1) – (21).

EDIFICIOS DE OFICINAS

FUNDAMENTOS

Tipología

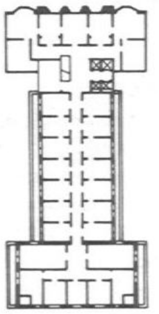
Los mayores complejos de oficinas son edificios de varias plantas con tabiques de separación de posición variable → (p. 296). Los puntos fijos como los aseos, cajas de escalera, ascensores, etc., se sitúan a una separación máxima fijada en la normativa*, adosados al *edificio → (1) y (2), a un lado* dentro del edificio → (3) – (5), en esquinas interiores → (6), (10) – (12), (15), (16), al final de un pasillo → (8), (9), (11), (12), (14), o en medio del pasillo junto al patio de luces → (17) a (21), de manera que queden superficies de trabajo conectadas lo más amplias posibles. Una hilera central de pilares → (1) y (2) permite situar el pasillo a la derecha o a la izquierda de los pilares, según cuales sean las necesidades de espacio. Una hilera doble de pilares permite realizar una distribución con salas de igual profundidad → (3) – (6). En este caso los pasillos tienen iluminación directa a través de ventanas altas y puertas acristaladas en las paredes de separación con las oficinas. En edificios cortos se consigue una iluminación directa de los pasillos a través de los testeros → (13), edificios con alas → (10) y (11), edificio en forma de «L» → (12), edificios en forma de «T» → (15), edificios en forma de «U» → (16), edificios longitudinales retranqueados → (14) con cuerpo en cruz y núcleos de comunicación en el interior.

La iluminación lateral del pasillo mediante retranqueos, es menos rentable → (7) y (8). En solares profundos puede convenir situar los pasillos, salas auxiliares, archivos, aseos y guardarropas junto a patios de luces → (17) a (20). En las esquinas interiores cajas de escaleras, ascensores y aseos; en las partes oscuras, cámaras acorazadas y almacenes → (10), (11), (19).

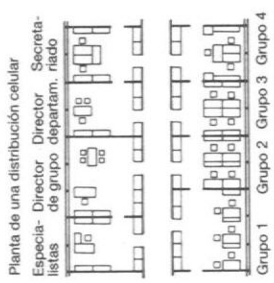
*) Según la norma EBO $17 desde cualquier sala destinada a estancia duradera ha de poder accederse a una escalera situada a una distancia ≦ 25 m, medida desde el centro de la sala correspondiente.

EDIFICIOS DE OFICINAS

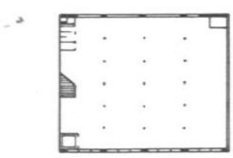
FUNDAMENTOS TIPOLÓGICOS DE 1950–1960 → 📖



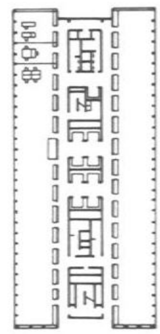
(1) Oficina celular, edificio Garrick, Chicago. Arq.: Dankmar Adler y Louis Sullivan, 1892



(2) Variaciones de la oficina celular según Henkel → 📖



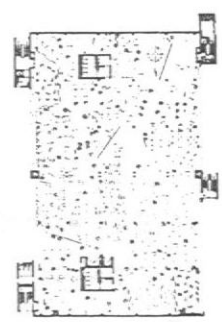
(3) Gran sala, «Leiter Building I», Chicago. Arq.: William LeBaron Jenney, 1879



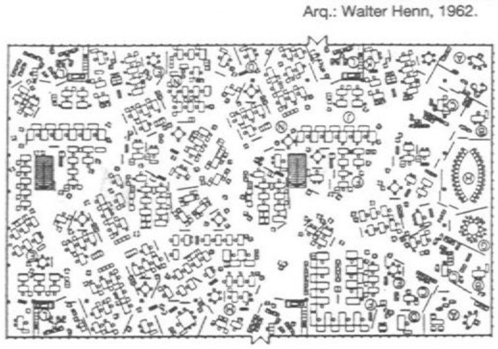
(4) Edificio tripartito, sede central de la BASF AG. Arq.: Hentrich y Petschnigg 1954/57



(5) Sede central BfA, Berlín. Arqs.: Rave y Rave



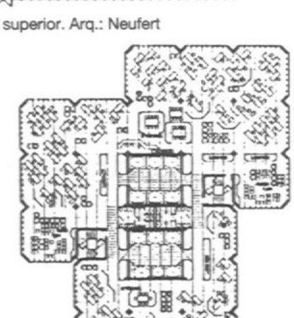
(6) Primera gran oficina con 270 puestos en Alemania, en la 5.ª planta de un edificio de almacenes existente. Arq.: Walter Henn, 1962.



(7) Gran sala de oficinas en Hamm, planta superior. Arq.: Neufert



(8) Oficina reversible, sede central LVA, Düsseldorf. Arq.: Deilmann



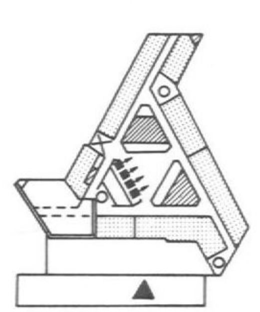
(9) → (8)

Conceptos edificatorios I

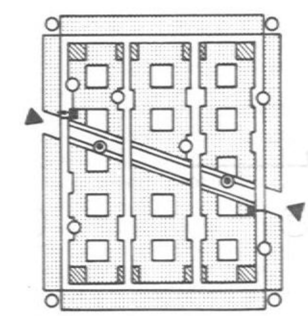
En un estudio de campo realizado en los EEUU se han clasificado las relaciones entre la organización de la empresa y la idea de espacio → 📖 y, en tanto criterios para las ideas de espacio, son la pauta para la transformación de las estructuras empresariales como consecuencia de la creciente automatización de las oficinas.

Las **grandes salas** (Mies van der Rohe: «...visibles, indivisas, solamente estructuradas...» → 📖) son apropiadas para grandes equipos de colaboradores, sobre todo, para actividades rutinarias que no exijan demasiada concentración. En la actualidad esta concepción constituye una excepción. La idea surgió en los años 60 con argumentos como transparencia y visibilidad de los procesos laborales, desarrollo de la sensación de grupo, superficie racionalmente organizada y multifuncional. Las computadoras estaban en salas especiales, no en casi todos los puestos de trabajo. Los edificios con una gran profundidad de 20 a 30 m tenían como consecuencia una elevada complejidad técnico-edificatoria, que sólo es útil para las reconversiones de edificios, la flexibilidad potencial tiene sus límites en las exigencias actuales (ventanas practicables, suministro compartimentable de luz, electricidad y aire acondicionado) (A.G. Henkel → 📖). La gran sala adolecía de un carácter coercitivo (control social, dependencia de las instalaciones técnicas, molestias ópticas y acústicas), negativo en el rendimiento de los empleados.

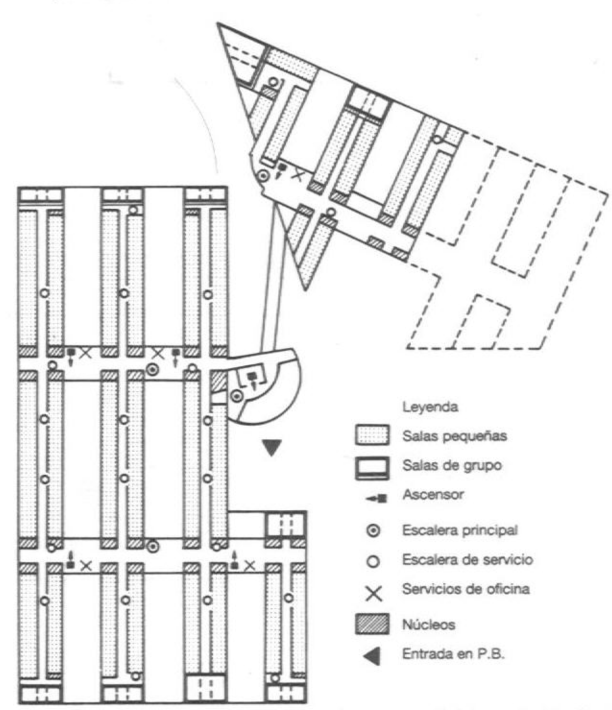
Las **oficinas celulares** son muy apropiadas para el trabajo independiente que exige gran concentración, como despacho individual o sala para pequeños grupos que necesitan un intercambio constante de información. Es la forma de oficinas más extendida en Alemania desde el final de la 2.ª guerra mundial, aún tiene su justificación en la actualidad, cuando responde a los requisitos del puesto de trabajo (→ Grüner y Jahr/Steidle, Kissler, o → edificios de oficinas para el Parlamento alemán/Schürmann), o en los rascacielos de oficinas, donde la estructura del edificio es tan determinante que llega a prevalecer el carácter de unas condiciones laborales espaciales y organizativas fuertemente normalizadas.



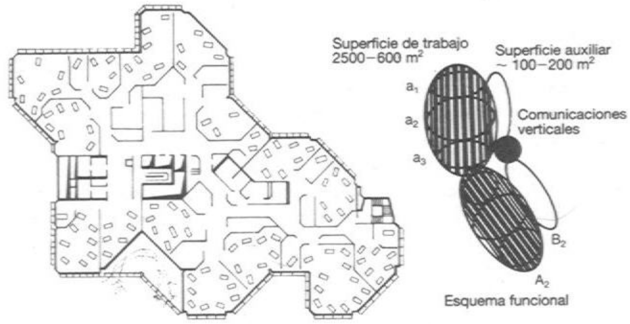
(10) a) BfG, Frankfurt Arq.: Nowotny-Mähner, HPP, Speer y asociados



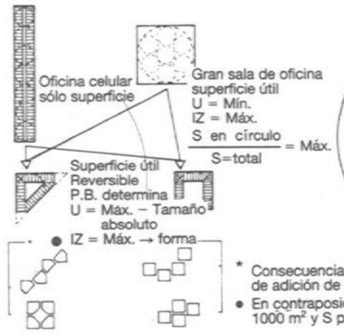
(11) b) Edificio cantonal de Berna Arqs.: Matti, Bürgi, Ragaz, Liebefeld



(12) c) Casa de la prensa G+J, Hamburgo (en construcción). Arqs.: Steidle, Kiesler, Schweger y asociados



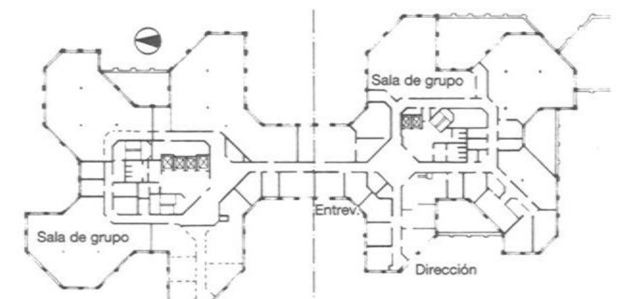
(13) Oficina subdividida en salas de grupo, Aseguradora ÖVA, Mannheim 1977 Arq.: Striffler



(14) Oficina reversible, optimización de la superficie útil

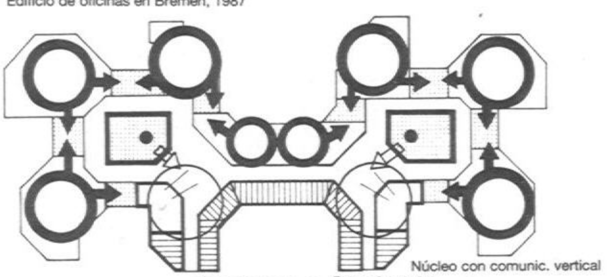


(15) Disposiciones para las salas de grupo → (16)

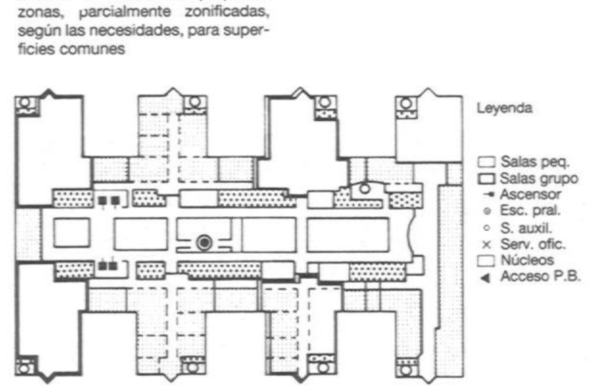


1.ª etapa de construcción
Edificio de oficinas en Bremen, 1987

2.ª etapa de construcción
Arq.: Kohlbecker



(16) Aplicación de las salas de grupo relacionadas, parcialmente zonificadas; las salas de grupo están vinculadas a través de pequeñas zonas, parcialmente zonificadas, según las necesidades, para superficies comunes



(17) Sede del Banco Regional de Hessen en Frankfurt/M., 1988 Arqs.: Jourdan, Müller y asoc.

Conceptos edificatorios II

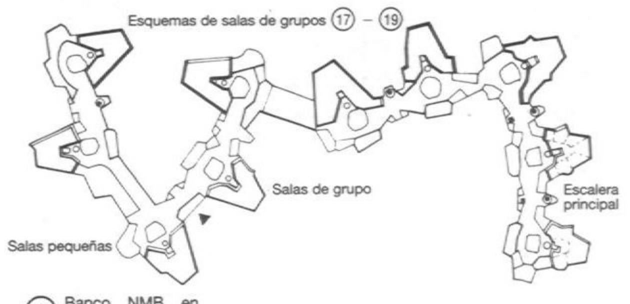
La **oficina reversible** fue el intento de mejorar la percepción de las condiciones laborales respecto a muchos requisitos considerados deficientes (climatización y luz natural no diferenciados, molestias ópticas y acústicas) de las grandes salas. Se aumentaron las instalaciones técnicas para permitir la flexibilidad, la posibilidad, en caso de necesidad, de poder dividir la gran sala en oficinas celulares más eficientes para el trabajo concentrado.

Junto a la insatisfacción de los usuarios, la creciente pérdida de rentabilidad, debido al aumento del precio de la energía, ha contribuido a cuestionar las grandes salas de oficinas.

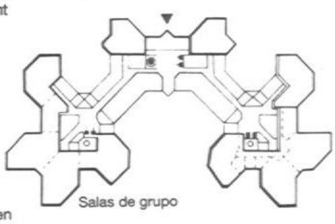
La estructura laboral modificada por las nuevas tecnologías (por ejemplo, incorporación de ordenadores personales) permitió la organización en pequeños grupos. Primer ejemplo: edificio ÖVA en Mannheim.

Salas de grupo (grandes salas pequeñas) apropiadas para los grupos de colaboradores con un intercambio constante de información. Con ellos se intentó, a través del tamaño del entorno laboral (7,50 m como máximo hasta la ventana), instalar proporciones espaciales que permitieran mayor juego a las necesidades específicas de cada caso (véanse modificaciones en el puesto de trabajo) y con ello, mejorar el entorno laboral de las grandes salas, consideradas deficientes, adaptándolas a los crecientes requisitos del trabajo de oficina (luz, aire, individualidad).

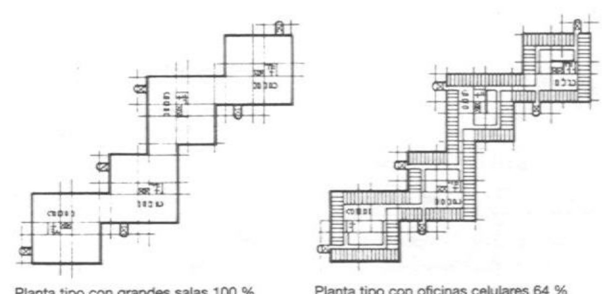
Así, se puede prescindir de una climatización completa en beneficio de una técnica de climatización de apoyo, junto a ventanas practicables de ventilación en las fachadas y superficies de calefacción. (Técnicas de construcción.)



(18) Banco NMB en Amsterdam, 1987. Arq.: Alberts y Hunt



(19) Edificio SMS en Düsseldorf; 1984. Arqs.: Eller, Maier y asoc.



Planta tipo con grandes salas 100 %

Planta tipo con oficinas celulares 64 %
superficie útil interior 13 %

(20) Oficina reversible, Dortmund Arqs.: Krämer, Sieverts y asociados

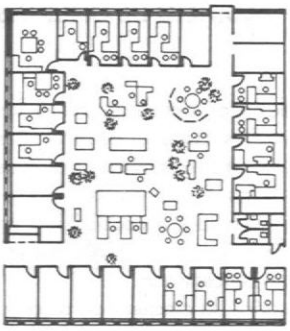
EDIFICIOS DE OFICINAS

FUNDAMENTOS TIPOLÓGICOS 1980–1990 →

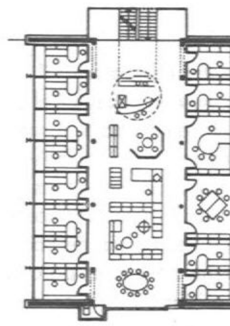
Conceptos edificatorios III

Debido a la creciente tecnificación y automatización varían los requisitos que debe satisfacer el espacio destinado a oficinas, lo que a su vez exige **sanear** los edificios de oficinas existentes. Igual ocurre con las configuraciones de grandes salas. (→ cambios en el puesto de trabajo).

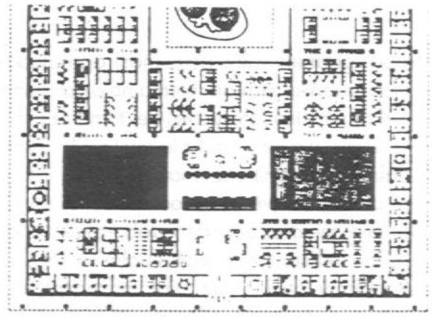
Los medios para reorganizar el edificio son la rehabilitación, aportar luz natural a través de patios interiores, subdividir las plantas sin perder por completo la visibilidad, crear puestos de trabajo equivalentes en cuanto a calidad de luz, aire y aislamiento acústico o instalación de sistemas que puedan incorporar determinadas funciones técnicas, como por ejemplo, conducción de cables, conexiones, etc., así como funciones de estructuración del espacio. Un buen ejemplo de reconversión es el realizado en la sede central de la editorial Bertelsmann en Gütersloh → (27) – (29), a causa de la insatisfacción de los colaboradores (cambios en el puesto de trabajo). Las grandes salas, a pesar de su amplia difusión, sólo parecen estar justificadas en unos pocos tipos de organización empresarial y clases de trabajos y la idea de la oficina completamente racionalizada no parece igual de apropiada para todos los tipos de organización. El objetivo en el caso de Bertelsmann era mejorar las cualidades del puesto de trabajo, mantenimiento de la flexibilidad para nuevas técnicas ofimáticas y reagrupamientos, rentabilidad, en cuanto a ocupación de espacio, del puesto de trabajo y disminución de los costes de funcionamiento. Las nuevas tendencias (concepto de la **oficina combinada**) intentan proporcionar la idea de espacio apropiada para los requisitos específicos de la correspondiente organización empresarial, es decir, una oferta de espacio, que sea flexible, allí donde ha de serlo, permita trabajar en grupo, prevea salas individuales para los trabajos de mayor concentración, disponga de instalaciones de uso colectivo temporalmente para determinadas tareas y sea especialmente apropiada para trabajos independientes de gran cualificación, teniendo en cuenta que el puesto de trabajo puede cambiar a lo largo de la jornada.



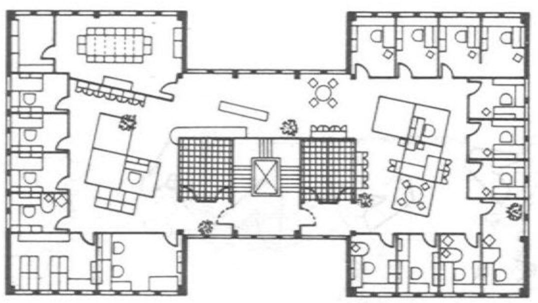
(21) Oficina combinada Zander & Ingström; Arqs.: Lennart Bergström AB, Estocolmo, 1978



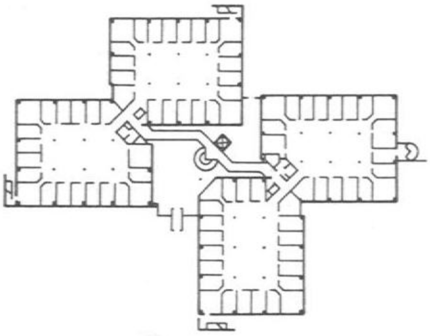
(22) Unidad combinada de oficinas, Edding AG, Ahrensburg; Arqs.: Strunk y asoc.



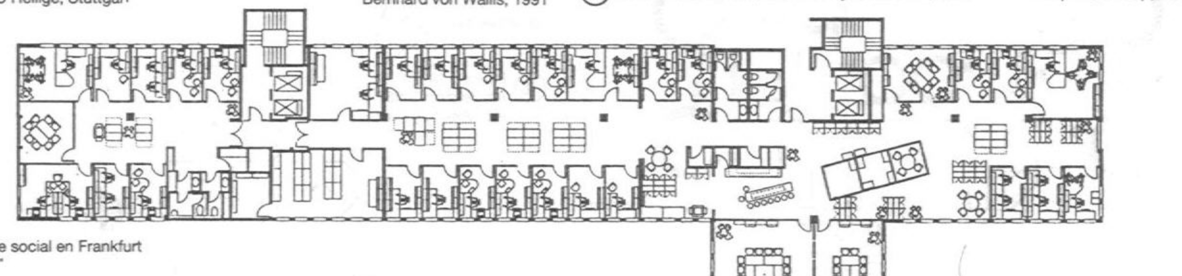
(23) Sede central de la «American Can Company», Greenwich Connecticut. Arqs.: Skidmore, Owings y Merrill



(24) Oficina combinada, Sede social de PPC Hellige, Stuttgart — Arqs.: Bernhard Steiner y Bernhard von Wallis, 1991



(25) Oficina combinada, Nafslund Nycomed A/S, Oslo — Arq.: Niels Torp, 1987



(26) Sede social en Frankfurt



1 Vestíbulo
2 Sala reposo
3 Oficina
4 Sala entrevistas
5 Estudio grabación
6 Almacén
7 Dispositivo transporte de documentos
8 Cond. aire acondicionado
9 Gran sala oficinas
10 Patio interior
11 Escalera incendios
12 Cubierta

(27) 1976: Finalización 1.ª fase de construcción del edificio central de Bertelsmann → (28) – (29)



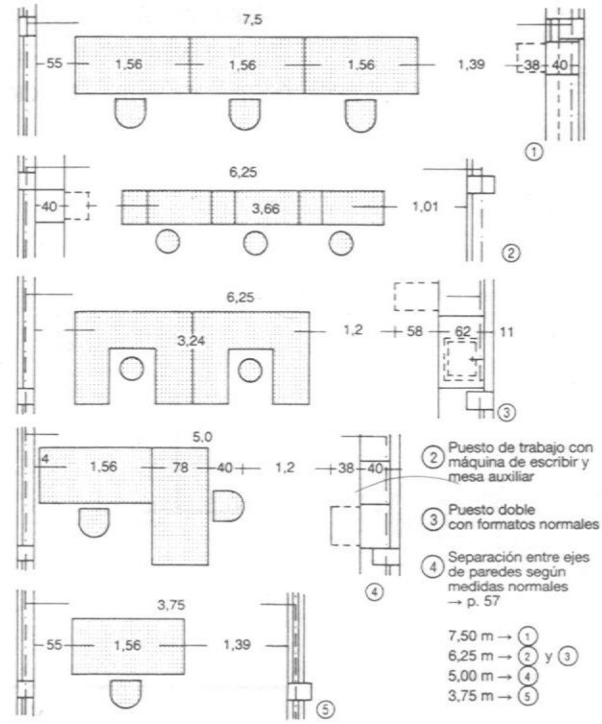
(28) Nueva distribución de los puestos de trabajo, 1985



(29) Reestructuración. Combinación de salas de grupo y salas individuales

EDIFICIOS DE OFICINAS

CÁLCULO: SUPERFICIE NECESARIA → 📖



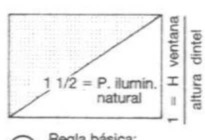
① Puesto de trabajo con máquina de escribir y mesa auxiliar

③ Puesto doble con formatos normales

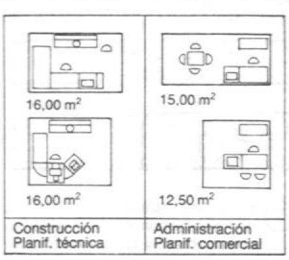
④ Separación entre ejes de paredes según medidas normales → p. 57

7,50 m → ①
6,25 m → ② y ③
5,00 m → ④
3,75 m → ⑤

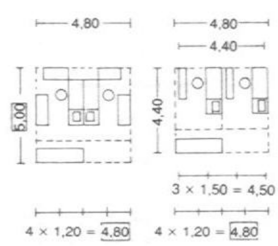
Salas indiv. y múltiples	Normalmente	Como máx.
Profundidad	3,75–7,50 m	9,25 m
Separ. entre ejes vent.	1,00–3,25 m	6,00 m
Separ. entre ejes pilares	1,75–7,50 m	11,00 m
Anchura pasillos centr.	1,75–2,50 m	3,25 m
Anchura pasillos lat.	1,50–2,00 m	2,50 m
Altura del espacio	2,50–4,00 m	5,00 m



⑥ Regla básica: P = 1,5 H_v → Texto



⑦ Ejemplos de puestos de trabajo con máquinas de oficina en el extremo de la mesa



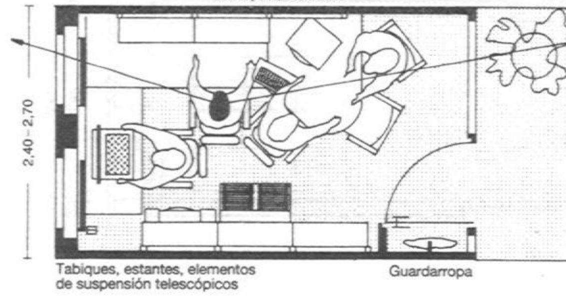
⑧ Medidas mínimas de una oficina para 2 personas

Ámbito	Iluminac. general (lux)	Ilum. puesto trabajo
Pasillos, lavabos, salas auxiliares	30	—
Escaleras	60	—
Archivos, registro	120	250
Contabilidad	250	500
Reservas, pedidos		
Correo, cocina		
Dibujo técnico	600	1000
Laboratorio	—	4000

⑨ Tabla de potencias lumínicas en edificios de oficinas

Aire fresco m³/pers.	Según VDI Normas vent.	Según ASRE
10	No fumadores calefacción por aire temp. ext. ≤ 0 °C	
10–27		Sala de oficinas
20–30	No fumadores	
26–34		
30–40	Fumadores	
34–51		Fumador
51–68		Desp. director

⑩ Tabla de las normas de ventilación VDI y ASRE*



⑪ Dimensiones posibles de una pequeña sala en una «oficina combinada» (*Home–Base*). Ejemplo: Edding AG

Superficies básicas según Schnelle → 📖 (Escritorio 140/70) sin medios auxiliares de oficina y su superficie:

Puesto con máquina de escribir	1,70 m²
Personal especializado	2,30 m²
Personal especializado, ej.: archivos	1,90 m²
Personal especializado, ej. información del público	2,50 m²

Superficie necesaria según RKW, incluidos los medios auxiliares de oficina y sus superficies correspondientes → 📖:

Secretaría	≧10,00 m²
Personal especializado autónomo	6,00–9,00 m²
Personal especializado en sala múltiple	5,00 m²
Personal especializado en sala de trabajo	3,80–4,80 m²
Sala de reuniones: por persona	2,50 m²
Director de departamento sin visitas del exterior:	15,00–25,00 m²

Superficie media por puesto de trabajo y empleado, incluidos los medios auxiliares de oficina y sus superficies (sin dirección) en Alemania.

30%	3,60–4,60 m²
55% (media 8,5 m²)	7,00–9,00 m²
15%	más de 9,00–15,00 m²

(Distribución en salas individuales, múltiples o de trabajo.)

Superficie media necesaria según el Dr. Rosenkranz → 📖
Por empleado 4,00–6,00 m²

Superficie media necesaria según las «Directrices para la simplificación administrativa de los puestos de trabajo»
Por empleado 7,00–12,00 m²

Superficie necesaria por puesto de trabajo según la normativa laboral alemana:

- Sala de trabajo al menos 8 m²
- Superficie libre de movimiento por empleado: ≧ 1,5 m², ≧ 1 m ancho
- Volumen de aire: al menos 12 cm³ trabajando sobre todo sentado
  al menos 15 cm³ trabajando sobre todo de pie
- Altura libre en función de la superficie:

hasta 50 m²	2,50 m
más de 50 m²	2,75 m
más de 100 m²	3,00 m
más de 250–2000 m²	3,25 m

Superficie necesaria de los puestos de trabajo según las «Normas de seguridad en las oficinas»
Oficinas celulares, según las medidas entre ejes, mínimo 8–10 m²
Gran sala de oficinas/puesto trabajo mínimo 12–15 m²
Superficie media necesaria por puesto de trabajo según Gottschalk → 📖 → ⑦ – ⑧: hasta 1985 generalmente 8–10 m²; en el futuro 12–15 m².
Los legisladores no han prescrito hasta la fecha una superficie mínima para los puestos de trabajo en una oficina.

Según las estimaciones americanas (Con. Life Ins.) incluidas las superficies auxiliares (superficie básica + círculo de 50 cm = superficie necesaria para medios auxiliares)

Oficinista	48 pies² (4,46 m²)
Secretaría	72 pies² (6,70 m²)
Director de departamento	100 pies² (9,30 m²)
Director general	144 pies² (13,40 m²)
2.° Vicepresidente	216 pies² (18,54 m²)
1.er Vicepresidente	324 pies² (27,89 m²)

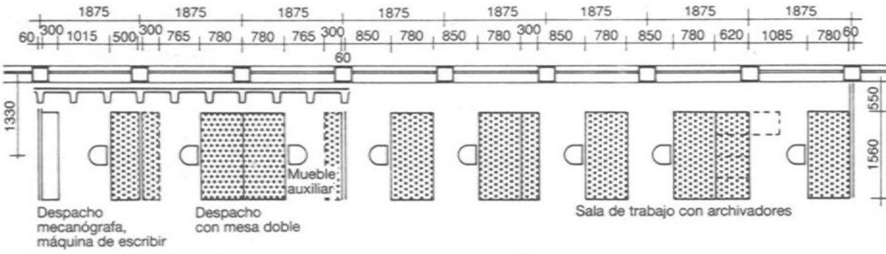
Profundidad en función de la superficie necesaria, según se trate de salas individuales, múltiples, grandes salas o salas de grupo.
Profundidad media de las oficinas: 4,50–6,00 m. Iluminación natural hasta la profundidad del puesto de trabajo: aprox. 4,50 m (según la situación del edificio en una calle más o menos ancha). Regla: P = profundidad de la luz incidente = 1,5 H_d altura del dintel de las ventanas (H_d = 3,00 m, P = 4,50 m). Para puestos de trabajo más alejados, luz artificial en el último tercio del espacio.
Los grupos de trabajo suelen ser independientes de la incidencia de luz natural ya que requieren profundidades mayores.
La anchura de paso libre en los pasillos se rige por la ocupación del espacio y la superficie necesaria para maquinaria laboral. Por lo general, han de poder cruzarse dos personas andando en dirección contraria.

*) ASRE: Normas americanas de ventilación

EDIFICIOS DE OFICINAS

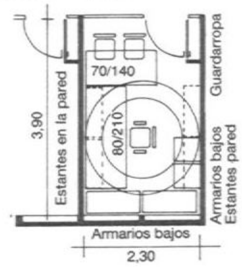
DIMENSIONES →

DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO

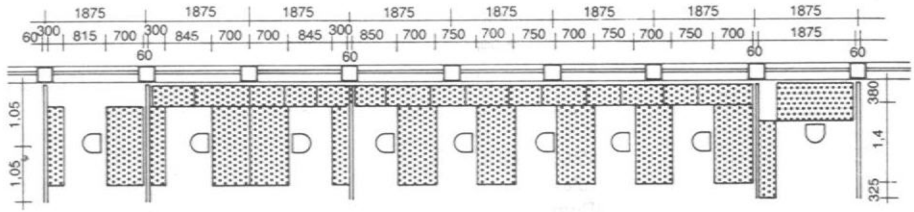


(1) Mesa de escribir DIN (Tamaño: 78/156 cm)
La modulación de 1,875 m se ajusta a un forjado reticular con una separacion entre ejes de 62,5 cm (forjado Koenen) con casetones normales. Por lo tanto, es favorable la unión con los tabiques móviles. La separación entre ejes, en los edificios de oficinas cuidadosamente planificados, es de 1,75 a 1,85 m y 1,875 m, esta última medida aparece como la más favorable en consideración a la explicación anterior.

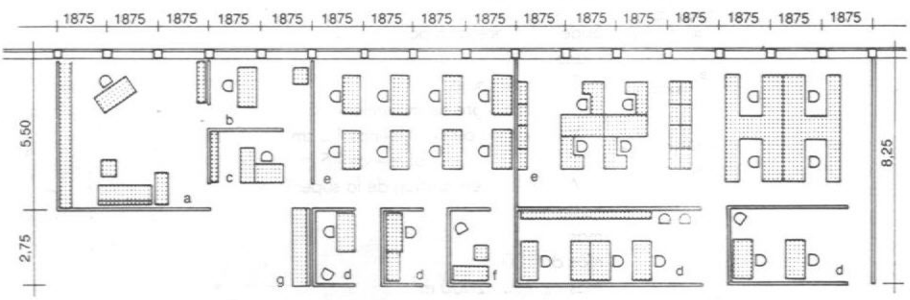
Distribución del espacio



(6) «Home–Base», sala individual de una oficina combinada



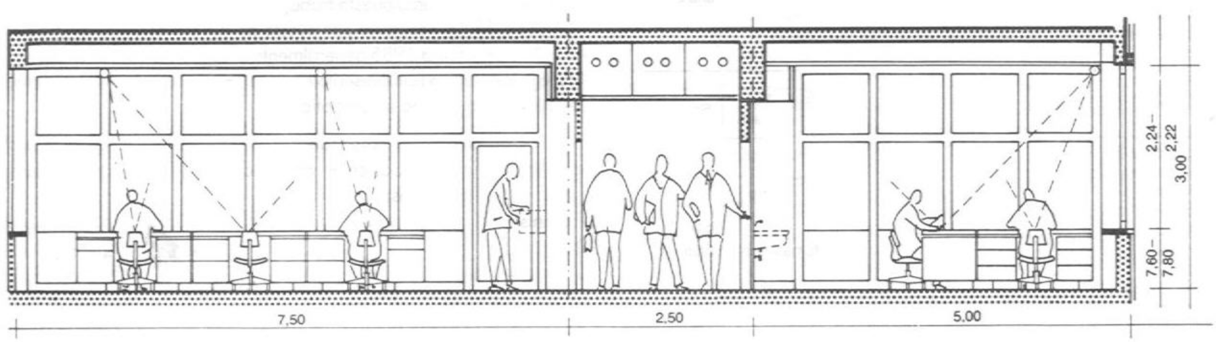
(2) Mesas escritorio (tamaño 70/140 cm, sistema Velox)
Mediante mesas escritorio combinadas con una franja de mesas auxiliares junto a la ventana (sistema Velox) en vez de archivadores → (1) se ahorra de 1 a 5 ejes y las franjas intermedias adicionales de 32,5 cm de anchura aprox., es decir, un 21 % de ahorro por m^3. Una separación entre mesas de 75 cm sólo es posible si se utilizan sillas sobre ruedas.



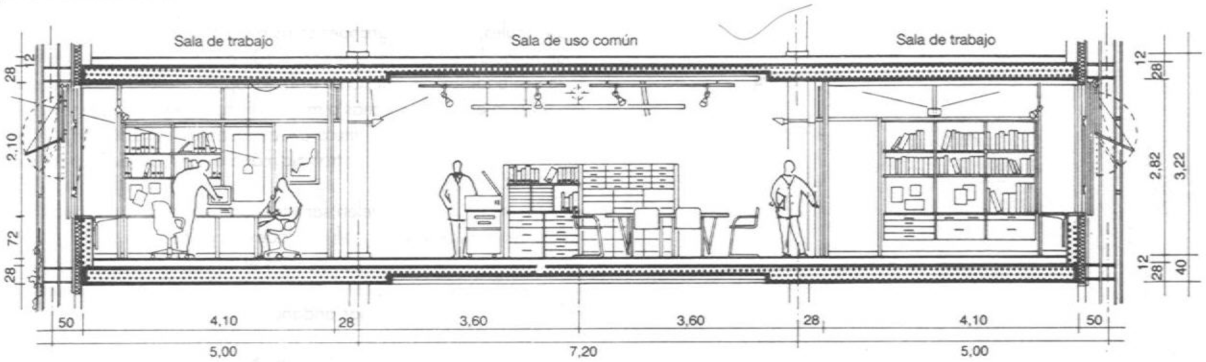
(3) Distribución del espacio mediante mesas–escritorio
Diferentes espacios en un sistema de grandes salas de oficinas: a) jefe, pequeña sala de reuniones o entrevistas; b) adjunto o director de sección; c) secretaria, recepcionista; d) especialista (con visitas del exterior); e) salas de trabajo (grupos de trabajo)



(7) Estructura espacial de una oficina combinada con salas individuales en la periferia y las correspondientes superficies de uso común



(4) Sección de una oficina

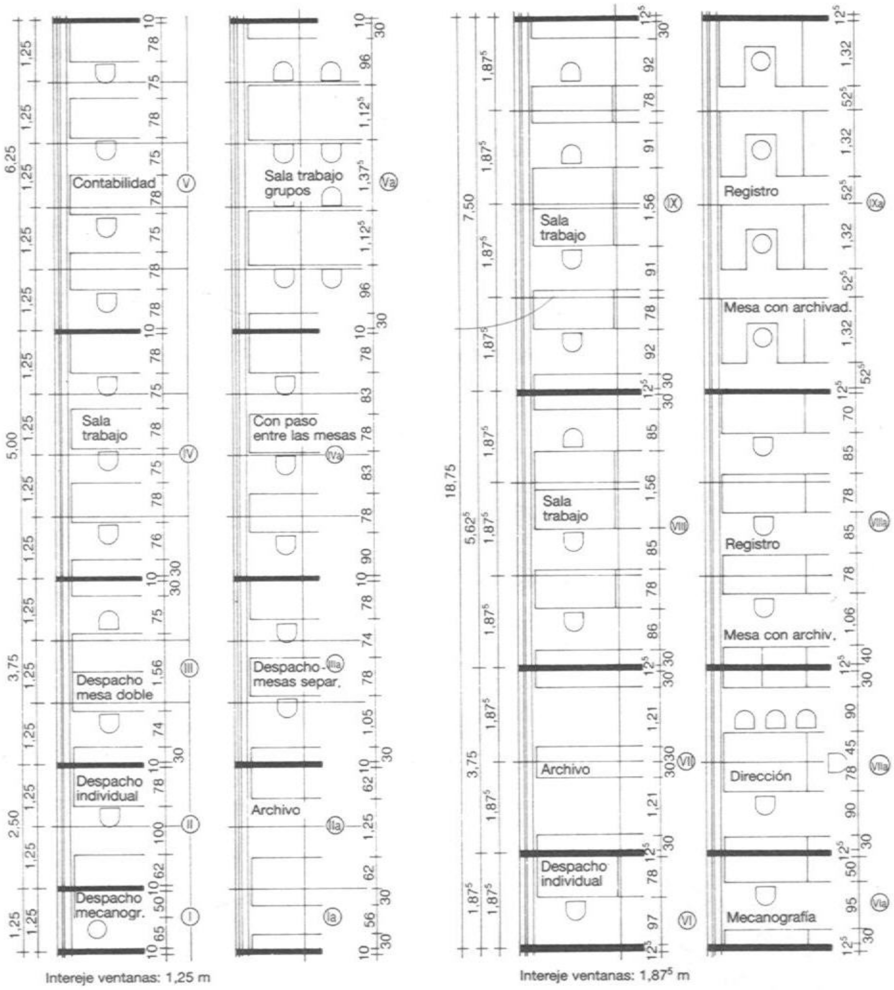


(5) Sección de una «oficina combinada», sala individual y sala de uso común

(Edding AG.)

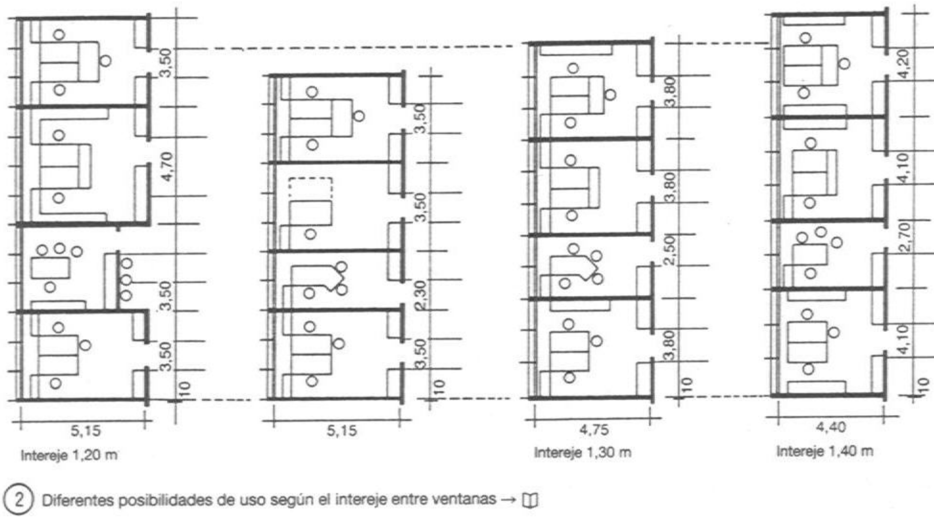
EDIFICIOS DE OFICINAS

DIMENSIONES → 🕮



(1) Anchura mínima de los espacios según las medidas de las ventanas

1,25 m: intereje más pequeño entre ventanas o pilares de fachada que responde a las dimensiones normalizadas → p. 57 y se ajusta a los múltiples necesidades espaciales de un edificio de oficinas. Las separaciones resultantes entre tabiques: 2,5; 3,75; 5,0 m, etc. → (I) – (VI) ofrecen posibilidades de colocar ventajosamente los muebles en función de las necesidades. Si se necesita una modulación mayor se ha de elegir una separación según II. En este caso resultan separaciones entre tabiques de 2 × 1,25 = 2,50 m → con las mismas propiedades que 1,25.
1,875 m = 1 1/2 el módulo, es la mayor medida intereje para los edificios de oficinas. (VII) – (Xa) pueden ampliarse igualmente con muchos otros ejemplos. Esta separación entre ejes se adapta también a una separación entre viguetas de 625 mm o 1,25 m.



(2) Diferentes posibilidades de uso según el intereje entre ventanas → 🕮

Superficies útiles
La base de investigación de E. Kahl → 🕮 fue la oficina individual, junto a la fachada, con diferentes distribuciones del mobiliario → (3) y espacios diferenciados según la jerarquía y la función.

Usuario	superficie útil de la oficina
1 especialista con necesidades de discreción (departamento de personal) o exigencias especiales de concentración)	aprox. 12 m²
2 especialistas (según las necesidades, con un puesto de trabajo auxiliar) o 1 colaborador con mesa de reuniones para unas 4 personas	aprox. 18 m²
Directivo con mesa de reuniones para unas 6 personas o 3 especialistas con auxiliar administrativo o sala de espera del despacho del director	24–30 m²
Despacho del director o cuarto de servicio con amplio equipamiento de máquinas	a partir de 30 m²

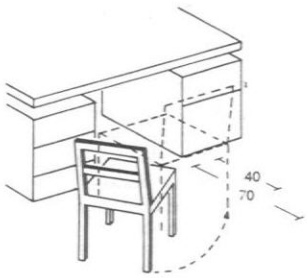
(3) Posibilidades de ocupación según el tamaño del espacio → 🕮

Intereje 1,20 m
El tamaño estándar, 18 m² (3 × 1,20 m de anchura menos 0,10 m del tabique) y 3,50 m de profundidad, es demasiado pequeño para 2 colaboradores con un amueblamiento estándar (2 × 1,00 m de superficie auxiliar y 2 × 0,80 m de escritorio = 3,60 m²). La sala de dos ejes con una anchura de 2,30 m es demasiado estrecha para un especialista que recibe visitas. Los puestos de trabajo equipados con monitores o con un equipamiento especial necesitan como mínimo 4,70 m². La superficie útil adicional no puede agotarse.

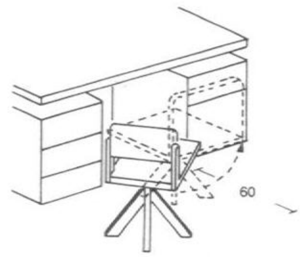
Intereje 1,30 m
A una anchura de 3,80 m le corresponde una superficie de 18 m², lo que permite:
– archivadores adicionales; 2 puestos de trabajo con la profundidad recomendada de 0,90 m para trabajar con monitores; 1 mesa de dibujo y 1 escritorio;
– 1 escritorio y una mesa de reuniones para 4 personas. Permite adecuarlo para cualquier puesto de trabajo de oficina, ofrece gran flexibilidad sin desplazar los tabiques.

Intereje 1,40 m
Las salas de 4,10 m de anchura ofrecen grandes posibilidades de amueblamiento y una gran flexibilidad de uso. Es suficiente una profundidad de 4,40 m, a la que corresponde una superficie de 18 m², en tanto no se necesite una profundidad mayor debido a un uso especial. Para una profundidad de 4,75 m, aumenta la superficie útil de la sala estándar de 3 ejes hasta 19,5 m².

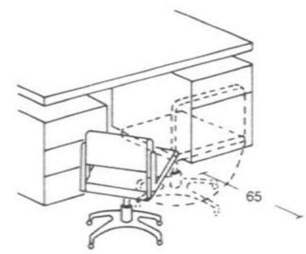
EDIFICIOS DE OFICINAS
DIMENSIONES
EQUIPAMIENTO BÁSICO



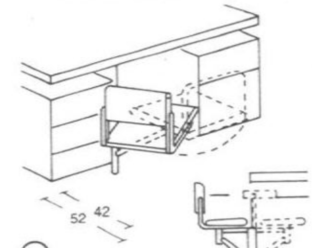
(1) Silla corriente



(2) Silla giratoria con pie



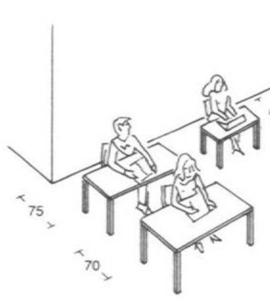
(3) Silla con ruedas



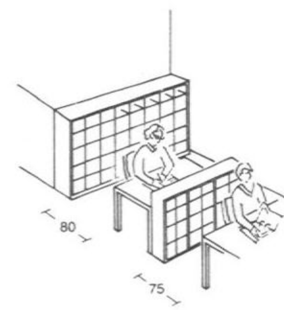
(4) Silla giratoria



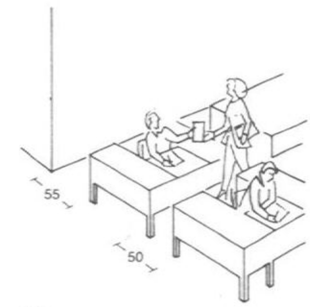
(5) Pupitre



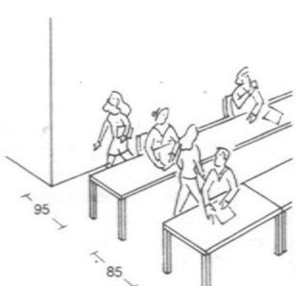
(6) Mesas individuales



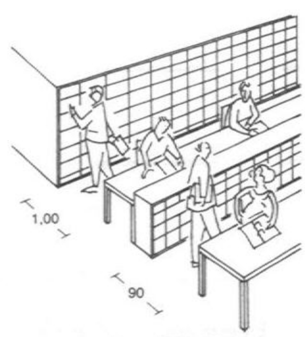
(7) Mesas individuales con archivador en la espalda



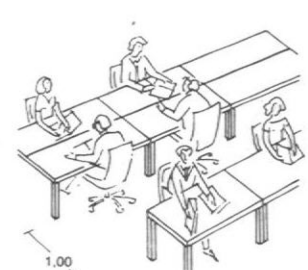
(8) Mesa en «U»



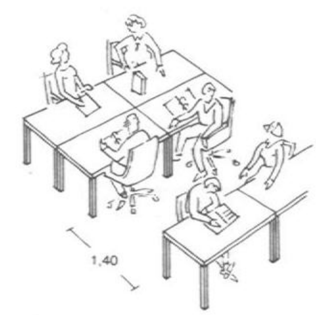
(9) Hileras de mesas individuales con paso intermedio



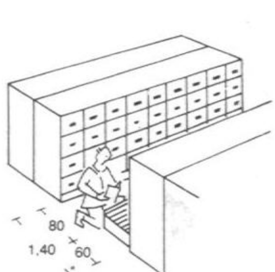
(10) Hileras de mesas individuales con archivador a la espalda



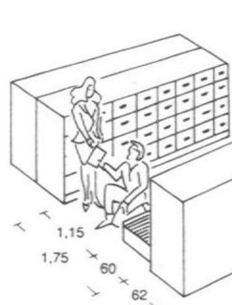
(11) Hileras de mesas agrupadas con asientos desplazados



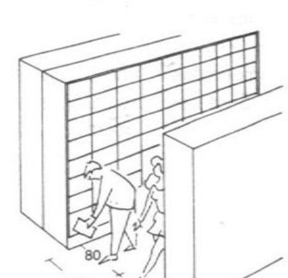
(12) Hileras de mesas agrupadas con asientos enfrentados



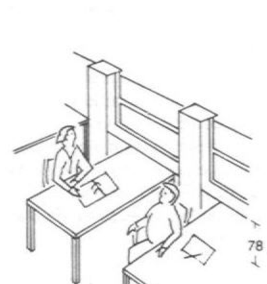
(13) Armarios de archivo



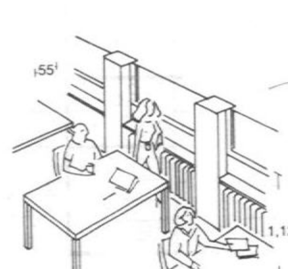
(14) Armarios de archivo con paso intermedio



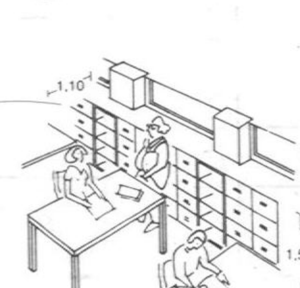
(15) Estantes para documentos



(16) Mesas adosadas a las ventanas



(17) Pasillo entre las mesas y las ventanas



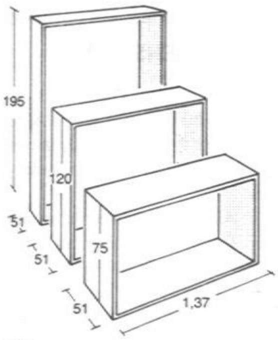
(18) Armarios auxiliares debajo del antepecho de las ventanas

A partir del espacio necesario para sentarse y estar de pie resultan las separaciones mínimas entre mesas individuales (según DIN, al menos 1 m) → (1) – (7), según estén delante de una pared, de otras mesas o tengan superficies auxiliares → (5) – (12), → p. 292.

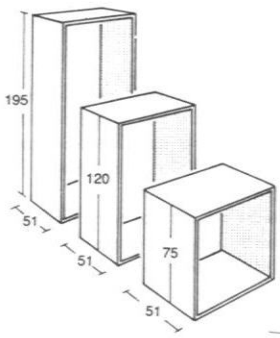
Espacio necesario por puesto de trabajo sin contar pasillo lateral:
(5) 2,46 m², (6) 2,25 m², (7) 2,90 m², (8) 2,90 m², (9) 2,60 m², (10) 3,70 m², (11) 1,90 m², (12) 2,25 m². Para hileras cortas de archivadores basta → (13), para hileras más largas → (14), pues en este caso ha de existir un paso entre las mesas → (8) – (12). Si existen radiadores junto a la ventana se ha de guardar una separación, que si llega a 55 cm puede servir también como paso → (17). Con ventanas altas se obtiene una buena iluminación natural a gran profundidad y, por lo tanto, un aprovechamiento favorable del espacio y del antepecho → (18).

EDIFICIOS DE OFICINAS

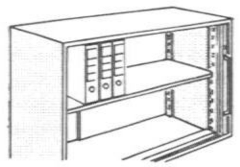
DIMENSIONES → 📖



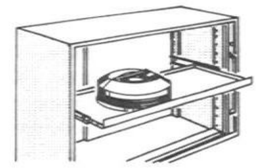
① Sistema de armarios serie A



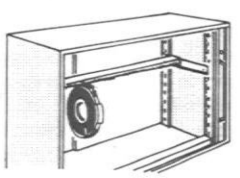
② Serie B → ③ – ⑩



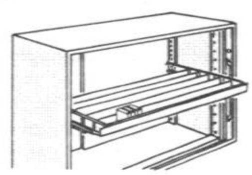
③ Estantes. Espacio útil: 42 cm × 1,37 m



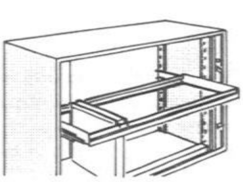
④ Estante extraíble con guía telescópica



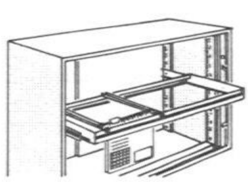
⑤ Guía portante para cintas magnéticas. Capacidad: 49 unidades



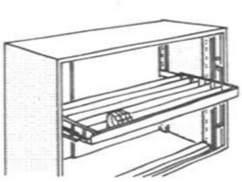
⑥ Estante extraíble para cintas de microfilm. Capacidad: 164 unidades



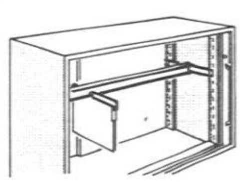
⑦ Soporte de suspensión extraíble



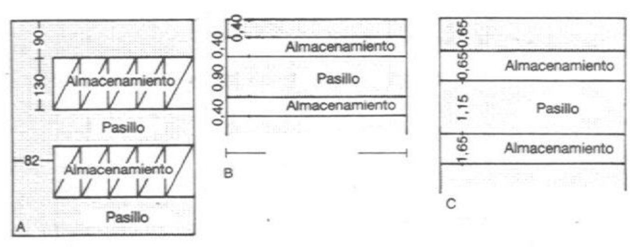
⑧ Guías de suspensión frontal



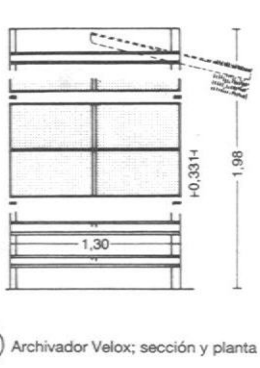
⑨ Estante extraíble para cintas LS. Capacidad 190 unidades



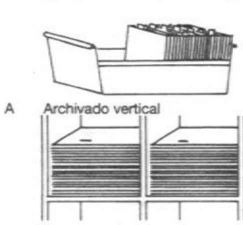
⑩ Armario con guías para colgar carpetas



⑪ Relación entre superficie de almacenamiento y superficie de pasillo, según el sistema de archivado



⑫ Archivador Velox; sección y planta



Tiempo de procesado
Comparación entre archivado vertical y horizontal

	Archivado horizontal	Archivado vertical
Extraer docum.	29%	14%
Selec. docum.	41%	66%
Almac. docum.	30%	20%
	100%	100%

⑬ Sistema de archivado

Archivos

A pesar de la introducción de nuevas técnicas en la oficina, se ha incrementado el consumo de papel como medio para almacenar información. Los archivos basados en medios informáticos pueden incrementarse en el futuro como soporte de información en el marco de los sistemas de comunicación existentes en el interior de las oficinas. La llamada información no codificada (cartas, textos, revistas) continuará existiendo en forma de volumen de papel. **Finalidad:** clasificación y almacenamiento visible de documentos con un buen aprovechamiento del espacio. Espacio necesario de los archivos (según Ladner → 📖) → ①. Al aumentar la profundidad de los archivadores aumenta también la anchura de los pasillos intermedios.

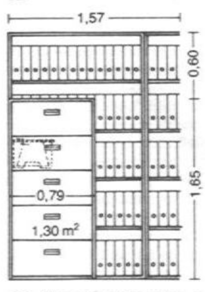
L × P (archivadores) = superficie de almacenamiento
+ 1/2 L × P + 0,5 = superficie de pasillo

superficie total = superficie (almacenamiento + pasillo)

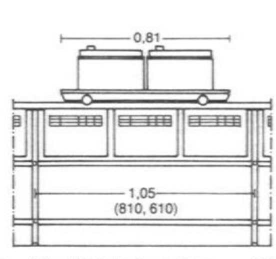
Los archivadores más profundos son más rentables, → ⑪ muestra la relación entre la superficie de almacenamiento y la superficie de pasillo para un archivado vertical empleando archivadores profundos (sistema Velox) y horizontal. Superficie de almacenamiento para archivado vertical: 5,2 m^2, superficie de pasillo: 4,6 m^2 (100:90). Para el archivado horizontal la superficie de almacenamiento es de 3,2 m^2, con 3,6 m^2 de pasillo (90:100, proporción inversa). En el archivado horizontal la posibilidad de colmatación es menor, los estantes superiores son difíciles de utilizar. El **archivado vertical** significa un ahorro de personal del 40%. Los archivos de suspensión aprovechan la superficie de pared aprox. un 87% mejor que los clasificadores normales → ⑮. Transporte de documentos mediante montacargas «paternoster». Puesto de trabajo con bandeja de clasificación, mesa pequeña, asiento con ruedas. Situación central del archivo. Intereje entre ventanas favorable entre 2,25 y 2,50 m. Altura libre del espacio: 2,10 m (2 plantas normales de oficinas = 3 plantas de archivo). Se necesitan espacios secos, los áticos y sótanos son poco convenientes. Una hilera de mesas → ⑯ y ⑰ con carpetas suspendidas y tabla de escribir une adecuadamente los puestos de trabajo. Emplear un carrito con ruedas como superficie para escribir o para bandejas de archivo. Los archivos móviles (mueble compacto) permiten, gracias a un ahorro en los pasillos intermedios, un mejor aprovechamiento del espacio (100–120 %) → ⑱B. Las instalaciones no están normalizadas, se ajustan en cada caso a las necesidades existentes, como archivos, clasificadores, bibliotecas y almacenes. Movimiento manual o motorizado. Con un solo movimiento de mano se pueden cerrar archivos enteros o sólo una parte.

		Archivado horizontal con carpetas colocadas en estantes abiertos	Archivado bibliotecario en clasificadores colocados en armarios con persiana enrollable 40/125/220	Archivo combinado con carpetas en estantes 65/78/200
10 000 documentos aprox. 2 mm de grueso (sin carpeta) aprox. 25 hojas	1) Armario corrido 2) Superficie necesaria en planta, incluidos los pasillos intermedios; en m^2	7,25 m 5,92 m^2	11,00 m 8,25 m^2	2,4 m 3,6 m^2

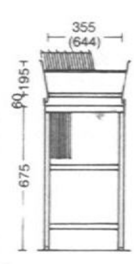
⑭ Comparación entre el espacio que ocupan diferentes sistemas de archivo



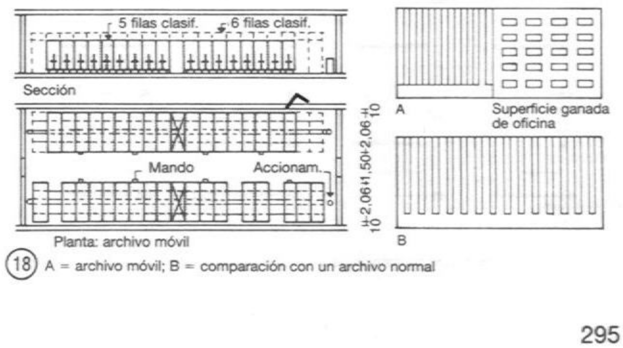
⑮ Comparación entre sup. de pared ocupada por el mismo volumen de documentos en archivadores convencionales o en carpetas suspendidas



⑯ Hilera de mesas con bandeja sobre ruedas



⑰ Sección → ⑯



⑱ A = archivo móvil; B = comparación con un archivo normal

EDIFICIOS DE OFICINAS

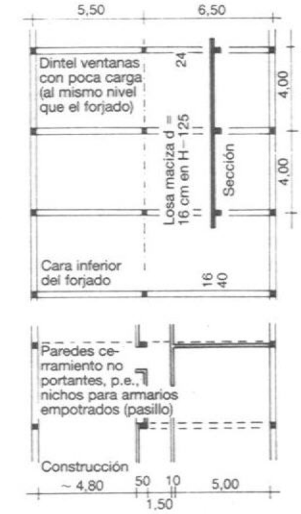
ESTRUCTURA

DIMENSIONES → 🕮

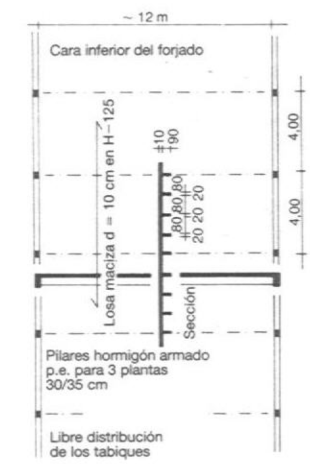
Estructura portante. Influencia de la estructura en la distribución de las oficinas → ① – ④. Propuestas de estructura para edificios bipartitos de oficinas con la siguiente sobrecarga: generalmente 5 kN/m², suplemento de 2 kN/m² para el pavimento (8 cm para canalizaciones en el suelo y puntos de conexión).
Altura libre entre plantas: 2,75 m (permite instalar posteriormente un pavimento flotante o suspender un falso techo). Para desempeñar una actividad predominantemente sentada se puede reducir la altura en unos 25 cm, pero como mínimo 2,50 m de altura libre. Los pasillos y lavabos pueden tener una altura de 2,30 m (el resto, utilizable para conductos de instalaciones). Según Kahl → 🕮 la rentabilidad de un sistema estructural depende menos de la optimización de cada uno de los componentes (por ejemplo, elementos prefabricados) que de su integración en un edificio capaz de satisfacer su función. Diferenciación entre sistemas portantes longitudinales y transversales → ① – ④. Criterios para decidir el tipo de forjado dada una luz de 6,50 m: costes casi idénticos, un peso mayor encarece la estructura de soporte y los cimientos, una mayor resistencia del forjado tiene ventajas debido a su mayor rigidez para diferentes solicitaciones (diferentes luces, diferentes soleras, cargas aisladas, modificaciones, huecos para paso de instalaciones).
Forjado reticular. Rentable para grandes luces (menor peso propio, mayor proporción de mano de obra para el encofrado). No es posible perforar los nervios. La cara inferior de las vigas forma un plano.
Losas nervadas (doble T o placas Pi). Estáticamente favorables para grandes luces. Colocación en paralelo a la zona de circulación, las canalizaciones transversales se han de colocar en el pasillo → ① – ⑤. El plano de fachada puede estar detrás, entre o delante del plano estructural. Gran variabilidad al separar estructura y piel exterior. La situación respecto a la fachada tiene influencia su configuración (modulación, diseño de las esquinas). Pilares situados en el interior → ⑤, solución rentable para forjados con voladizo de c = 1/5L–1/3L de la luz. Rigidización mediante muros de arriostramiento, pórticos y adición de elementos macizos de cerramiento, así como zonas auxiliares fijas → 🕮
Construcción se pueden sustituir los pilares y jácenas por paredes de separación macizas en forma de láminas estructurales de rigidización → ⑥ – ⑧. Sistema no reversible, las aberturas se han de prever a priori. La construcción de tabiques ligeros, no sólo tiene la ventaja de un mayor potencial de variabilidad, sino también la posibilidad de poder decidir a posteriori la distribución del espacio (construcción industrializada: placas de cartón–yeso por ambas caras de 2 × 1,25 mm, que corresponde en cuanto a aislamiento acústico, a una pared de ladrillo de 24 cm, revocada por ambas caras y 1,2 kg/dm³ de peso).



① Sistema estructural:
Dos crujías asimétricas
Viguetas en dirección transversal al edificio. Vigas en el sentido longitudinal. Jácena y pilares centrales a un lado del pasillo, separados de la pared de cierre de las oficinas.
– Flexibilidad y reversibilidad ilimitadas.
– En el pasillo se necesita la suficiente anchura de paso libre entre los pilares y la pared opuesta.
– Muy apropiado, sin techos suspendidos o por encima de plazas de aparcamiento cubiertas con calle de acceso en el sentido longitudinal del edificio.



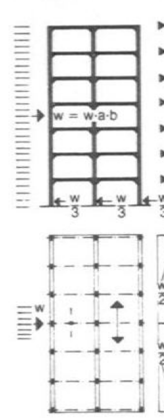
② Sistema estructural: múltiples crujías
Viguetas en sentido longitudinal del edificio, vigas en sentido transversal apoyadas sobre pilares centrales.
– Flexibilidad y reversibilidad ilimitadas.
– Debido al escaso espesor del forjado, es necesario un aislamiento acústico adicional (falso techo suspendido, pavimento flotante).
– Muy apropiado para cubrir plazas de aparcamiento con calle de acceso en sentido longitudinal del edificio.



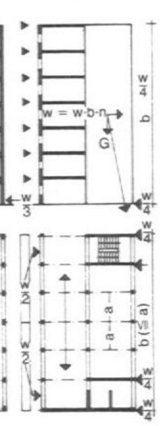
③ Sistema estructural: losa nervada
Vigas sin pilares intermedios desde una fachada a la otra.
– Flexibilidad y reversibilidad ilimitadas.
– Se ha de colocar un falso techo suspendido.
– Conducción de las instalaciones entre los nervios en sentido transversal al edificio.
– El conjunto de la construcción es poco rentable, gran canto de las vigas inferiores (incluso si son de acero), gran volumen edificado. Canto reducido de las jácenas de 60 cm. Estructura sensible a las vibraciones, sometida a una elevada flexión.



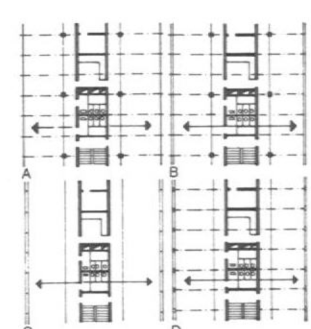
④ Sistema estructural: 3 crujías
Viguetas en sentido transversal del edificio. Vigas en sentido longitudinal con 2 pilares intermedios a ambos lados del pasillo. Las paredes del pasillo también pueden ser portantes y contribuir a arriostrar el edificio, en este caso se restringe la flexibilidad en cuanto a profundidad de las oficinas. – Espesor mínimo del forjado 20 cm (aislamiento frente a ruidos de impacto) cuando se prescinde de un pavimento flotante o un falso techo suspendido. – No apropiado para aparcamiento. – Es más económico que las paredes del pasillo sean portantes. – La estructura es tanto más rentable cuanto mayor sea la profundidad del edificio y mayor la distancia entre pilares en sentido longitudinal del edificio.



⑥ Rigidiz. mediante pórticos, transm. carga de viento a los cimientos



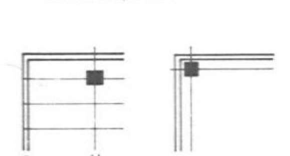
⑦ Rigidización mediante muros



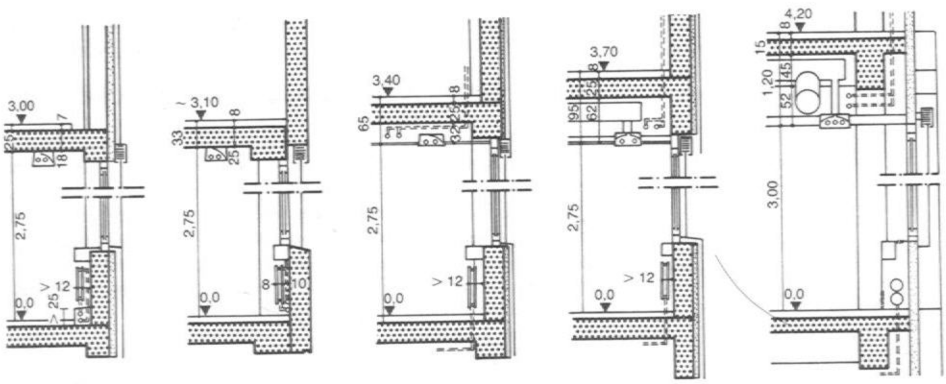
⑧ 4 posibilidades de transmitir las cargas del forjado a los pilares y al núcleo de comunicación vertical en edificios tripartitos



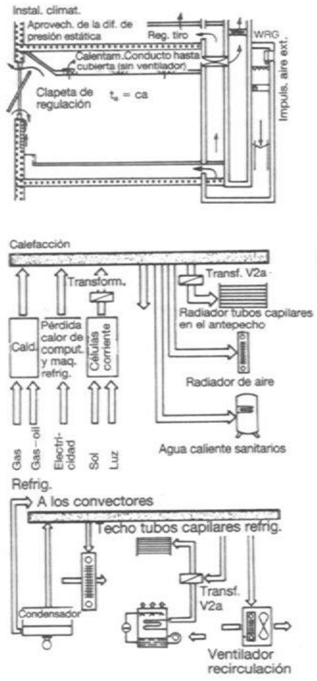
⑤ Relación entre el tipo de estructura y las posibilidades de distribución



⑤ A–H influencia de la estructura en la divisibilidad de la superficie de oficinas mediante tabiques móviles. A, B: pilares exteriores; C–E: pilares justo detrás de la fachada; E–F: pilares interiores (posibilidades de realizar la esquina: G–H)



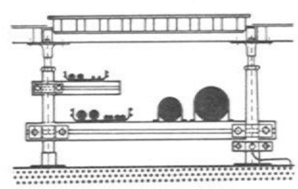
(1) Altura entre plantas en función del grado de instalaciones



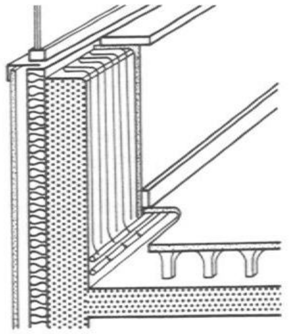
(2) Climatización, calefacción, refrigeración



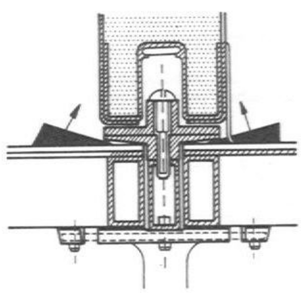
(5) Movimiento del aire debido al gradiente térmico



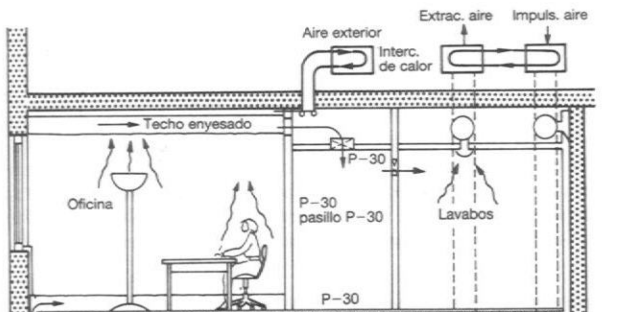
(7) Doble suelo con conducción de cables



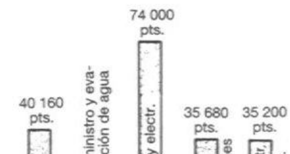
(6) Pared radiante con tubos capilares



(8) Tabique de separación con perfil de unión suelo/pared

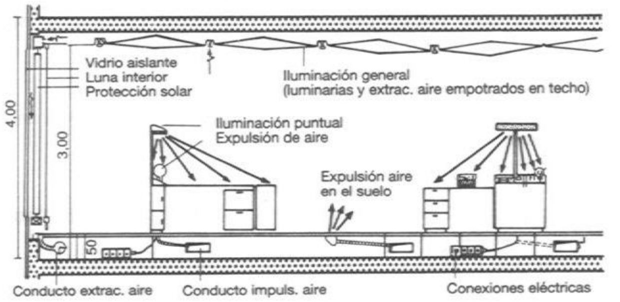


(3) Climatización con acondicionamiento parcial del edificio



Investig. de la asoc. PKY en 1980 sobre costes mantenimiento edificios de oficinas
10 empresas — Costes funcionamiento/puesto trabajo y año
10 406 puestos de trabajo — Total costes de funcionamiento: 189 440 Pts.

(9) Costes de funcionamiento



(4) Funcionamiento de un sistema de climatización con dosificación individual del aire en la mesa de trabajo

	%	Valor med. %
Inst. de alumbrado	30–50	40
Ascensores e instal. de transporte	4–8	6
Inst. eléctr. bajo voltaje	0,5–1,0	1
Inst. calefacción (con recup. calor)	8–10	
Inst. refrigeración (con recup. frío)	6–8 32–53	42
Ventiladores y bombas	18–35	
Lavabos, sanitarios	1–2	2
Cocinas (eléctricas)	6–8	2
Inst. de aspiración de polvo y evacuac. de basuras	2–4	2
En total	75,5–124	100

(10) Costes energéticos de las instalaciones de un edificio de oficinas

EDIFICIOS DE OFICINAS
DIMENSIONES

INSTALACIONES → 🕮

Espacios completamente climatizados. El volumen construido y los costes totales de construcción en los edificios climatizados, se incrementan respecto a los edificios no climatizados en 1,3 a 1,5 veces → 🕮 + (1).

Altura entre plantas 3,00/3,10 m
Edificio con un reducido grado de instalaciones. Sin falso techo suspendido. Tubos de calefacción en las paredes exteriores. Suministro eléctrico por debajo de la ventana o a través de conductos en el suelo. Luminarias cenitales alimentadas a través de tubos vistos o desde los tabiques de separación. Zona de pasillos acondicionada para el paso de instalaciones.

Altura entre plantas 3,40 m
Edificio con un grado medio de instalaciones, sin aire acondicionado. Debajo del forjado (h = 22 cm) conducciones para la calefacción, electricidad y agua. Zona de pasillos acondicionada para el paso de instalaciones.

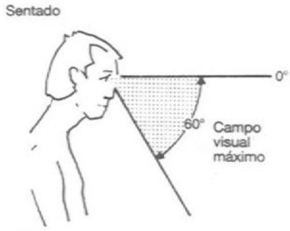
Altura entre plantas 3,70 m
Edificio con salas de oficinas equipadas con aire acondicionado. Para estas salas se recomienda un cuarto de instalaciones de al menos 50 cm. Conducción longitudinal por los pasillos.

Altura entre plantas 4,20 m
Gran sala de oficinas, altura libre según ASTV: 3,00 m. Debido al cruce de conductos de climatización altura entre plantas de aprox. 4,20 m. Todos los elementos dependientes de la altura influyen en el coste de la edificación por superficie útil de oficinas.

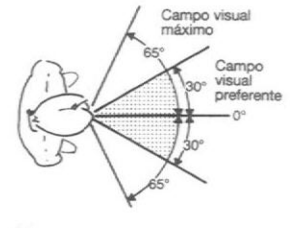
Climatización suave → (2) – (3)
Los sistemas de climatización a través de esteras con tubos capilares funcionan con agua aplicando el concepto de «climatización parcial del edificio». El aporte de aire satisface el cambio de aire mínimo. «Climatización suave» mediante techos radiantes y ventilación por extracción sin turbulencias (ventilación en cascada), para que fluya el aire fresco en el suelo (emisores en la zona del zócalo del pavimento y el mobiliario), barra térmica en el techo → (5) y diferencia de temperatura (techo 32 °C, pared 20 °C).
2/5 partes de los costes de funcionamiento de un edificio son costes energéticos → (9) – (10). El rendimiento de radiación térmica de la pared puede ser suficiente, incluida la aportación de aire para la calefacción (ganancia de superficie útil mediante escasa construcción) → (6). Los costes de las instalaciones de climatización con acondicionamiento parcial del edificio no son más elevados que los de las instalaciones convencionales de climatización. Características: sin corrientes, sin ruidos, reducción de los costes de inversión y funcionamiento (a igual rendimiento se necesitan 100 veces menos de agua que de aire, circuito cerrado, recuperación de parte de la energía térmica), reducción del flujo necesario de suministro (agua en vez de aire) y tamaño de la central energética. **Suelo doble** para la ventilación necesaria del espacio y el suministro de superficies con elevadas exigencias en cuanto a instalaciones. Necesidades crecientes en las secciones de las instalaciones (cableado, tecnología ofimática) y garantía de flexibilidad para funciones variables → (7) – (8).

EDIFICIOS DE OFICINAS DIMENSIONES

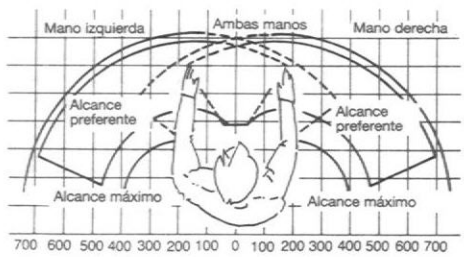
PUESTOS DE TRABAJO CON MONITORES → 🕮



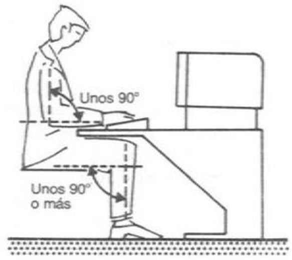
① Campo visual en vertical



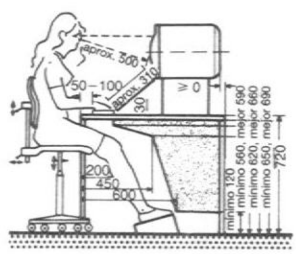
② Campo visual en horizontal



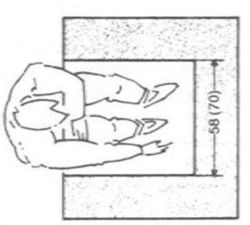
③ Alcance de la mano

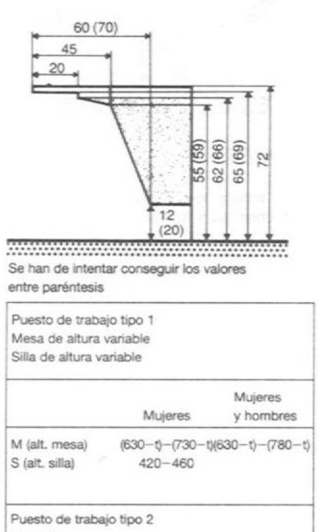


④ Posición ergonómica correcta



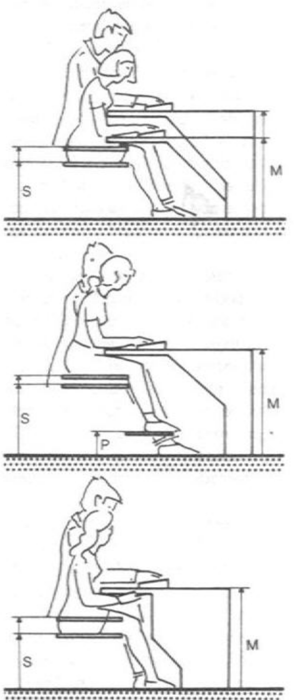
⑤ Puesto de trabajo con monitor, diseño ergonómico con mesa fija





Se han de intentar conseguir los valores entre paréntesis

⑥ Libertad de piernas



Puesto de trabajo tipo 1 Mesa de altura variable Silla de altura variable		
	Mujeres	Mujeres y hombres
M (alt. mesa)	(630–t)–(730–t)	(630–t)–(780–t)
S (alt. silla)	420–460	
Puesto de trabajo tipo 2 Mesa fija Silla de altura variable Pies de altura variable		
	Mujeres	Mujeres y hombres
M (alt. mesa)	(700–t)–(730–t)	(750–t)–(780–t)
S (alt. silla)	460–500	500–550
P (alt. pies)	0–100	0–150
Puesto de trabajo tipo 3 Mesa fija Silla de altura variable		
	Mujeres	Mujeres y hombres
M (alt. mesa)	(640–t)–(800–t)	(680–t)–(800–t)
S (alt. silla)	420–460	420–500

* t altura media del teclado por encima de la mesa

⑦ Dimensiones del mobiliario de oficinas

Puestos de trabajo en los que el monitor, el teclado alfanumérico y los demás accesorios son determinantes para desempeñar el trabajo. Los puestos de trabajo con un monitor no se rigen por una solución estándar, sino por las correspondientes características intrínsecas de la tarea a realizar (p.e. puesto de información, puesto de entrada de datos, etc.)
Prescripciones contenidas en «Reglas para los puestos de trabajo en el ámbito de las oficinas» ZH 1/618 de la Asociación de Sindicatos.
Normas citadas:
– «Directrices laborales»
– Más de 40 normas DIN, en especial
– DIN 66234, partes 1.° a 7.°, puestos de trabajo con monitor
– ZH 1/535 reglas de seguridad para puestos de trabajo en oficinas
– Normas VDI y VDE sobre instalaciones técnicas (calefacción, ventilación y electricidad). Los puestos de trabajo con monitor se han de diseñar de acuerdo con estas reglas de seguridad y las reglas universalmente reconocidas de la técnica, o responder a los correspondientes resultados de las investigaciones ergonómicas y de medicina laboral.

Diseño del puesto de trabajo
Los medios auxiliares de trabajo se han de colocar dentro del campo visual y al alcance de la mano → ① – ③.

Mobiliario. Posición de trabajo correcta: brazo y codo en perpendicular formando un ángulo aprox. de 90°, pierna y rodilla en perpendicular formando un ángulo de 90° → ④ para permitir una posición correcta del cuerpo para individuos de diferente altura, la altura de la mesa y la silla se ha de poder variar. Existen dos posibilidades ergonómicamente equivalentes:

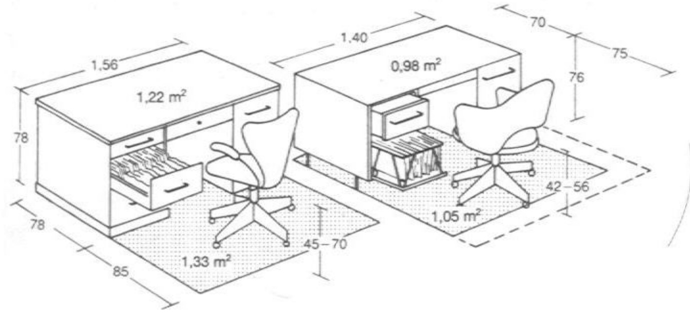
A:	Puesto de trabajo tipo 1, mesa de altura variable	60–78 cm
	Silla de altura variable	42–54 cm
B:	Puesto de trabajo tipo 2, puesto de trabajo tipo 3,	
	Mesa de altura fija	72 cm
	Silla de altura variable	42–50 cm
	Apoyo de los pies de altura variable	00–15 cm

Se ha de vigilar que las piernas tengan suficiente libertad de movimiento → ⑥.

Entorno: Todos los objetos existentes en el ámbito estricto de la mesa de trabajo deberían tener un grado de reflexión del 20 al 50 %. Iluminancia entre 300 y 500 lux, limitación del deslumbramiento de las luminarias, p.e. filtros antirreflectantes para pantallas o pantallas antideslumbrantes en las luminarias empotradas → p. 128–135. Colocar las franjas de luminarias en paralelo a las ventanas. Superficies mates con el grado de reflexión recomendado (techo un 70%, paredes un 50 %, estanterías del 20 al 50%).
Dirección visual al monitor paralela al frente de ventanas y franjas de iluminación, monitor a ser posible entre ambos. Los puestos de trabajo con monitor se han de situar, a ser posible, en zonas sin ventanas.
Se han de respetar las recomendaciones para las condiciones climáticas y el aislamiento acústico. Debido a la creciente incorporación de aparatos, en las oficinas se incrementa la carga de refrigeración necesaria más que las exigencias de calor (→ Instalaciones).

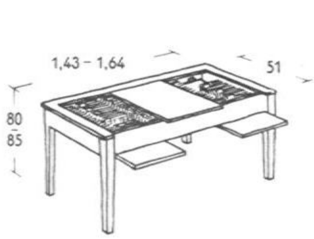
Psicología del puesto de trabajo con monitor
Pueden aparecer efectos negativos frente a la estructuración del trabajo con ordenadores si se persigue una estrategia de racionalización que intente separar al individuo del proceso laboral y destinatarlo a actividades residuales. Prof. Walter Volpert → 🕮 formula 9 criterios para diseñar los puestos de trabajo (por contraste hombre–máquina) que definen las tareas con las siguientes características:
– Gran espacio para maniobrar y tomar decisiones.
– Adecuado campo temporal para ello.
– Oferta para la interpretación personal/superación de exigencias.
– Tareas libres de obstáculos.
– Suficiente actividad corporal.
– Se requieran múltiples habilidades sensoriales.
– Manipulación concreta de objetos reales (p.e. relación directa con condiciones sociales).
– Oferta de posibilidades de variación.
– Exigencia y posibilitación de cooperación social y contactos personales directos.
(→ Cambios en el puesto de trabajo)

EDIFICIOS DE OFICINAS
DIMENSIONES

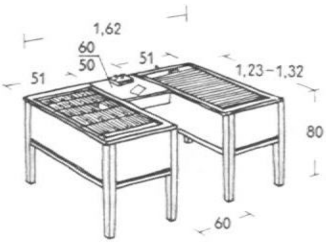


① Escritorio con cajones para formatos normalizados según DIN 4549/1

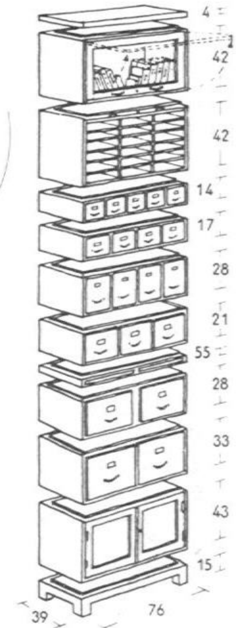
② Escritorio con silla sobre ruedas. En comparación con ① ocupa 0,5 m² menos de superficie



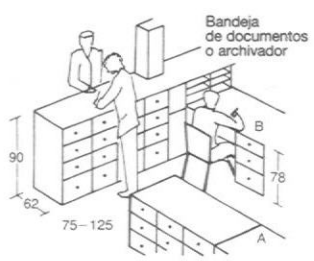
③ Pupitre alto para formatos normalizados, aprox. 1500 fichas por caja



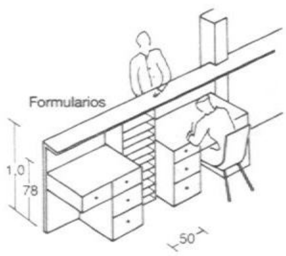
④ Clasificador doble para formatos normalizados, por caja → ③



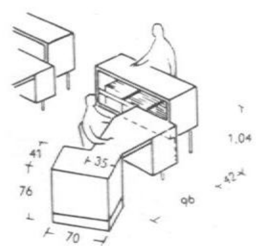
⑤ Juego de archivadores para diferentes fichas normalizadas



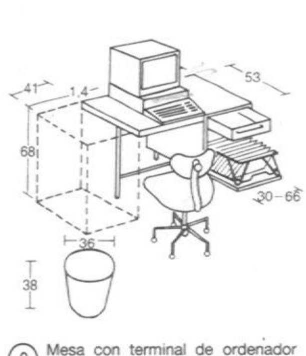
⑥ Mostrador de clientes
A: con paso por detrás
B: con mesa adosada



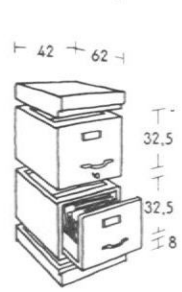
⑦ Mostrador de clientes con escritorio adosado (tipo sueco)



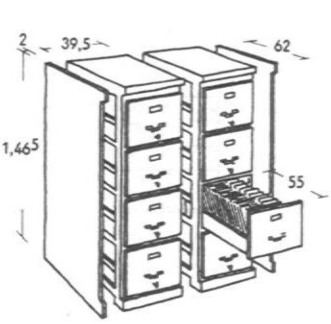
⑧ Mostrador individual
Posibilidad de esponjamiento



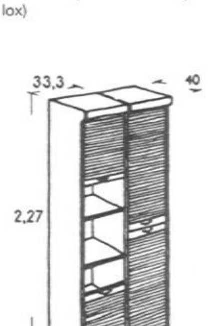
⑨ Mesa con terminal de ordenador con bandeja doble sobre guías (Velox)



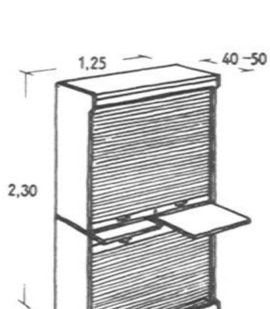
⑩ Archivadores apilables



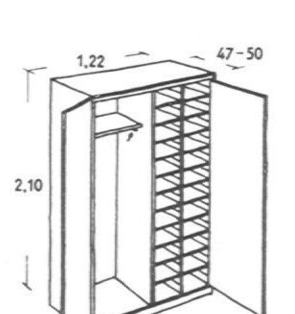
⑪ Columnas de archivadores para formar hileras



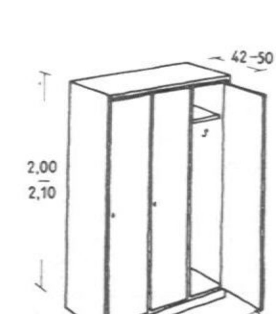
⑫ Armarios para clasificadores verticales



⑬ Armario con persiana enrollable



⑭ Armario con puertas y espacio para ropa

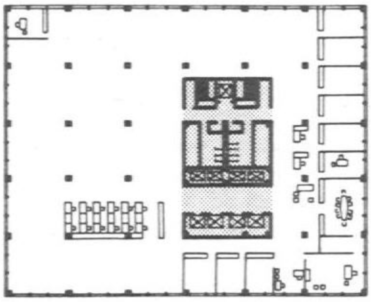


⑮ Ropero para empleados

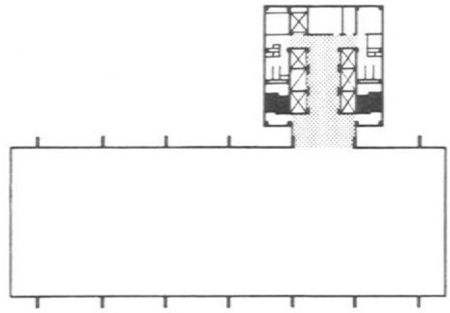
Superficie necesaria
Los requisitos válidos desde 1980 para los muebles de oficina se han traducido en numerosos sistemas de mobiliario. La norma europea parte, debido a la creciente utilización de teclados en los puestos de trabajo, de una altura de 72 cm para la mesa.
La norma DIN 4549 «muebles de oficina» se basa en la ergonomía y en los resultados de los estudios antropométricos.
El escritorio normalizado 156/78/78 se complementa en esta norma con el escritorio 140/70/74 → ② (sistema Velox → 📖). Necesidad de poder regular la altura del plano de trabajo, superficie de absorción acústica, pies a la altura anatómicamente correcta.
Sillas, asiento y respaldo acolchados y regulables. Consideración de diferentes posturas de sentarse en el desarrollo de «muebles dinámicos para sentarse». Múltiples combinaciones entre mesas para máquinas de escribir y escritorios para ahorrar espacio hasta un sistema integral de muebles de oficina → 📖.
En **registros y archivos** archivadores sin laterales → ⑪. Cierre de las hileras mediante laterales independientes. Los muebles de acero también tienen medidas normalizadas → DIN 4545 y DIN 4549.
Los **mostradores** para despachar desde el lado opuesto tienen unos 62,5 cm de anchura y aprox. 90 cm de altura → ⑦, para una anchura de 30 cm, 100 cm de altura, para que no se pueda alcanzar con la mano el otro lado de la barra, detrás del mostrador hay un paso para despachar de pie a los clientes, también → p. 309 ② – ⑥. Mostradores continuos → ⑥ – ⑦. Mediante mostradores individuales existe la posibilidad de poder cambiar la organización → ⑧.

EDIFICIOS DE OFICINAS

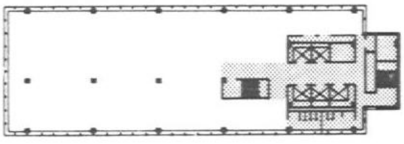
EJEMPLOS
DISTRIBUCIONES EN PLANTA



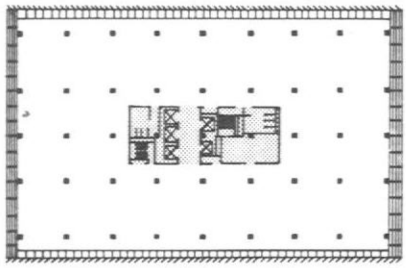
(1) Edificio de oficinas de alquiler, superficie útil 93 %. Núcleo de comunicaciones verticales de uso público; gracias a la colocación asimétrica resultan oficinas de diferente tamaño.
Arqs.: I.M. Pei y asoc.



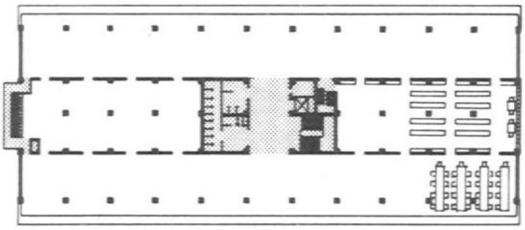
(3) Separación de las zonas de oficinas, circulación y lavabos. Solución típica para grandes salas de oficina. La situación de los pilares en fachada permite una libertad total de amueblamiento. Luz: 17,50 m.
Arqs.: Skidmore, Owings y Merrill



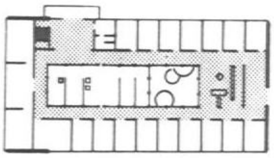
(4) Distribución sin pasillo y núcleo de comunicaciones a un lado. Despachos individuales para los directivos, accesibles desde la gran sala de oficina.
Arqs.: Skidmore, Owings y Merrill



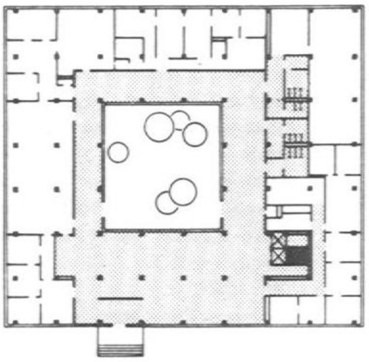
(2) Esqueleto estructural de acero, no se necesitan muros de rigidización. Lamas verticales de protección solar en las fachadas este y oeste, protección horizontal en el sur. Arqs.: V. Gruen y asoc.



(5) Requisito: salas de oficina con acceso lo más directo posible a las cámaras acorazadas. Núcleo de comunicaciones verticales en el centro: mínima superficie de circulación. Arq.: H. Kosaka

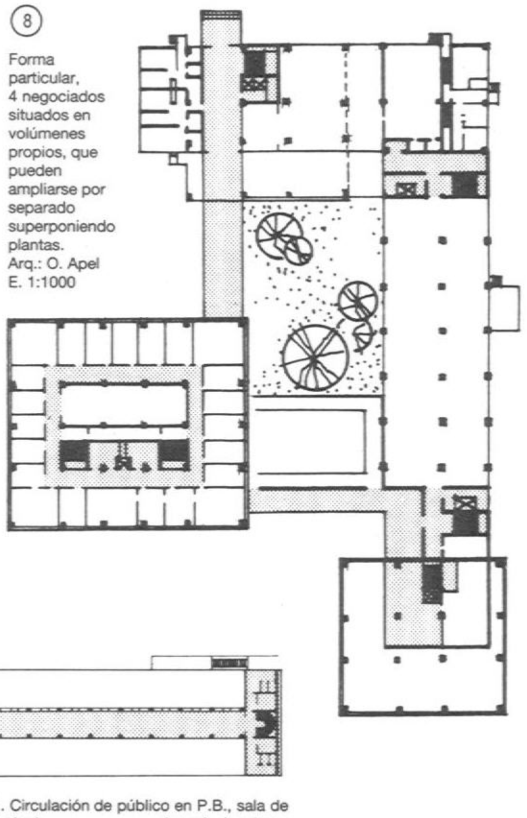


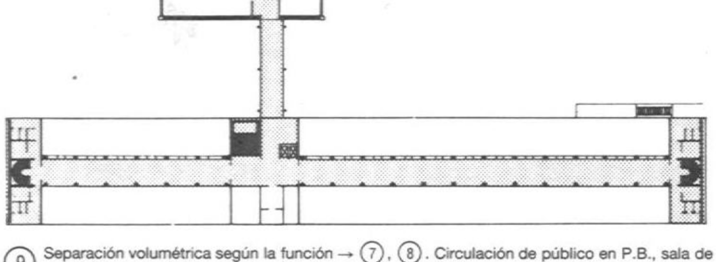
(6) Forma particular, edificio de oficinas de una planta. Oficinas en fachada, secretaría, biblioteca y sala de reuniones junto al patio interior.
Arq.: Ph. Johnson



(7) Separación de las salas públicas en planta baja y administración interna en las tres plantas del ala norte.
Arqs.: O. Apel, Skidmore, Owings y Merrill

(8) Forma particular, 4 negociados situados en volúmenes propios, que pueden ampliarse por separado superponiendo plantas.
Arq.: O. Apel
E. 1:1000





(9) Separación volumétrica según la función → (7), (8). Circulación de público en P.B., sala de reuniones y sala de juntas separadas del volumen principal. Arq.: A. Jacobsen

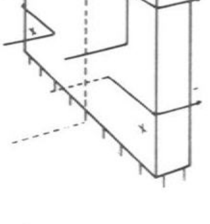
Juntas generales de dilatación en función de la cimentación, tipo de estructura, etc., cada 30–60 m como máximo:

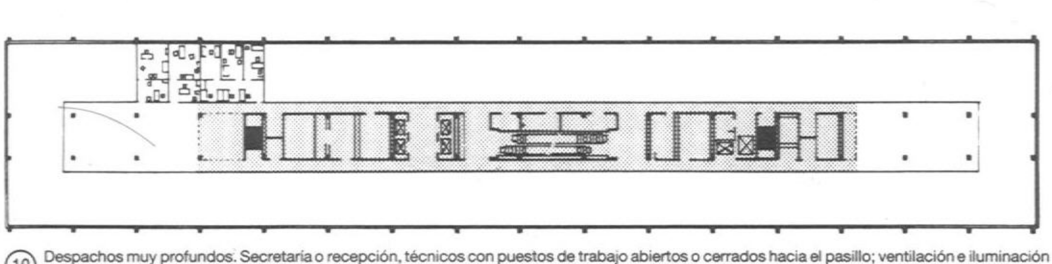
a) Ejecución más sencilla en estructuras de hormigón armado: pilares dobles protegidos frente a las inclemencias climáticas.

b) Forjados en voladizo, junta de dilatación entre ambos voladizos que reciben una carga mayor que las demás crujías de la estructura.

c) Ejecución compleja: mediante unión retranqueada entre ambos cuerpos en forjados y antepechos con apoyo deslizante sobre ménsulas fijadas por un solo extremo.

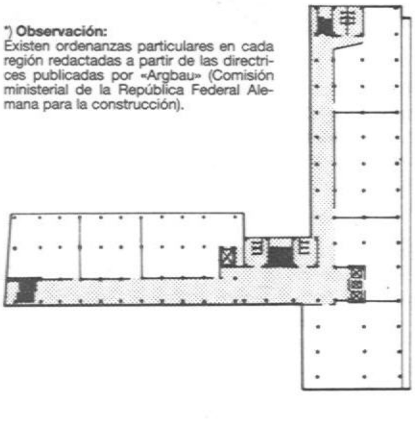
(11) En las fachadas de grandes dimensiones, el viento produce zonas de presión y depresión, lo que ayuda al agua a penetrar por las juntas de los elementos de cerramiento.



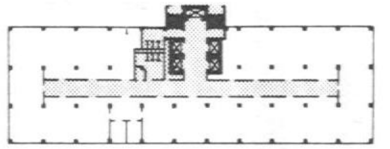


(10) Despachos muy profundos. Secretaría o recepción, técnicos con puestos de trabajo abiertos o cerrados hacia el pasillo; ventilación e iluminación artificial.
Arqs.: Skidmore, Owings y Merrill

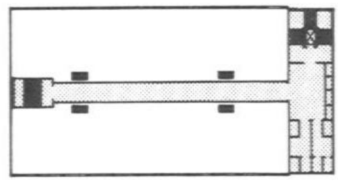
*) **Observación:**
Existen ordenanzas particulares en cada región redactadas a partir de las directrices publicadas por «Argbau» (Comisión ministerial de la República Federal Alemana para la construcción).



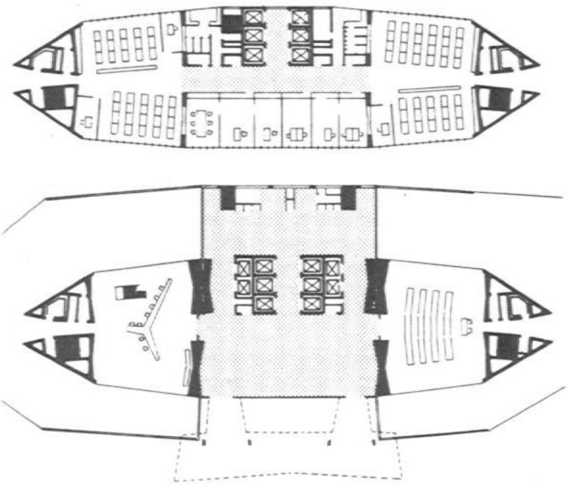
(1) Planta de un edificio de oficinas de grandes salas, rentable a partir de salas con una profundidad mínima de 10,0 m, el núcleo central comunica ambos volúmenes. E: 1:1250. Arqs.: P.R. Vázquex y R. Mijares



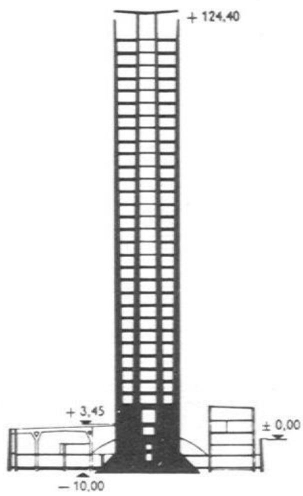
(2) Edificio bipartito, rentable por las dimensiones de la estructura; inconveniente: intereje de las oficinas = intereje de la estructura → p. 296. E: 1:1250. Arq.: P. Beluschi



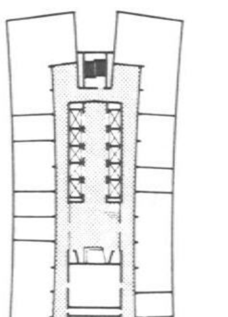
(3) 2 pilares en P.B. dejan un paso rodado libre. Forjado sustentado en 2 jácenas longitudinales, con un voladizo de 5,50 m. E: 1:750. Arq.: A. Jacobsen



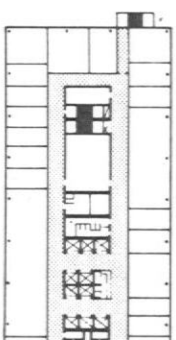
(4) La estructura portante forma torres → (5) entre las que se apoyan los forjados de hormigón pretensado cubriendo una luz ≦ 24 m y sólo 0,75 m de canto. Arqs.: Ponti–Nervi



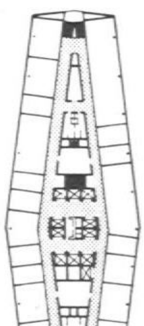
(5) Sección de (4).



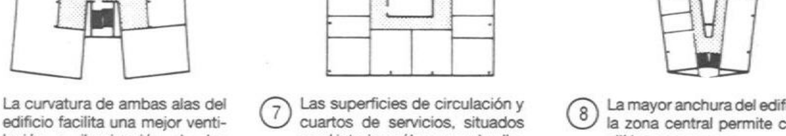
(6) La curvatura de ambas alas del edificio facilita una mejor ventilación e iluminación de las oficinas. Arq.: Scheller



(7) Las superficies de circulación y cuartos de servicios, situados en el interior, sólo se pueden iluminar y ventilar artificialmente. Arq.: Rosskotten



(8) La mayor anchura del edificio en la zona central permite colocar allí los ascensores. Arqs.: Hentrich y Petschnigg



Arq.: Hentrich y Petschnigg

(9) Dos volúmenes bipartitos comunicados a través del núcleo de comunicaciones verticales → p. 287 (14).

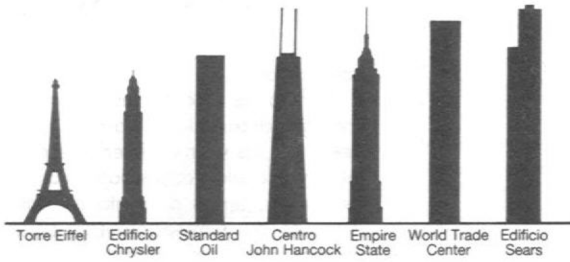
EDIFICIOS DE OFICINAS

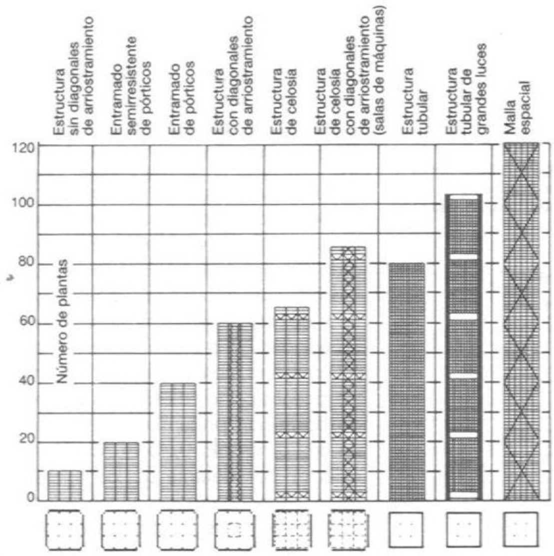
EJEMPLOS

Rascacielos
El edificio de oficinas es la primera tipología desarrollada para el rascacielos. En las plantas inferiores generalmente locales comerciales con superficies continuas de venta sin patios interiores de iluminación. Las plantas situadas por encima suyo se destinan a oficinas. Los elementos de comunicación vertical, ascensores, escaleras y servicios situados en el centro se iluminan y ventilan artificialmente. Los edificios retranqueados en altura con cajas de escalera y ascensores adosados a una de las fachadas ofrecen nuevas posibilidades.

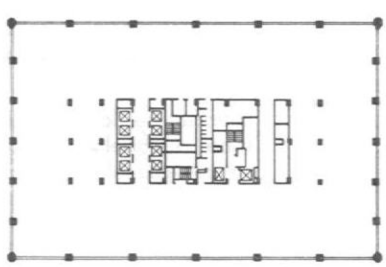
Estructura. Entramado de hormigón armado o acero como solución estándar. La exigencia de variabilidad ha restringido el empleo de la obra de fábrica de ladrillo. Luces en función del material y tipo de estructura. Losas macizas de hormigón: 2,5 a 5,5 m; losas nervadas: 5,0 a 7,5 m, como máximo 12,5 m entre jácenas principales. Luces para vigas de hormigón pretensado: 25,0 m con un canto de sólo 0,75 m. Cerramiento exterior por delante de los pilares en forma de muro cortina. El empleo de un sistema de vigas principales y vigas secundarias facilita el montaje y disminuye las luces a cubrir, tanto en las estructuras de acero, como en las estructuras de elementos prefabricados. En muchas ocasiones se emplean estructuras mixtas con entramado de acero y forjados de hormigón armado.

Extracto de la normativa alemana sobre rascacielos. Los rascacielos son edificios con salas destinadas a estancia duradera de personas, con plantas situadas a más de 22 m por encima del terreno. Los antepechos han de tener una altura mínima de 90 cm y ser resistentes al fuego. Las superficies acristaladas que no se pueden limpiar con seguridad desde el interior del edificio han de estar dotadas de dispositivos de limpieza desde el exterior. Los rascacielos de gran dimensión en planta han de estar compartimentados en sectores de incendio cada 30 m, mediante paredes resistentes al fuego. Desde cualquier punto de cada planta se ha de poder llegar a dos cajas de escalera independientes a través de recorridos de emergencia. Una de las escaleras será la escalera calificada como «indispensable» en las ordenanzas, mientras que la otra podrá diseñarse como escalera de emergencia en edificios de hasta 12 plantas. De cada dos cajas de escalera, al menos una de ellas ha de estar situada junto a una fachada y tener, en cada planta, ventanas practicables que den al exterior. La anchura libre de las escaleras imprescindibles y sus rellanos depende del tipo de utilización del edificio, pero ha de ser al menos de 1,25 m. Las escaleras de emergencia han de tener una anchura libre al menos de 0,80 m; huella/contrahuella máxima 20/20 cm en la línea de paso.





(1) Rentabilidad de los diferentes sistemas estructurales



(2) Típica planta de oficinas Centro John Hancoock SOM, 1965

RASCACIELOS → 📖

EDIFICIOS DE OFICINAS
EJEMPLOS

La ciudad de Nueva York aprobó en 1982 unas nuevas ordenanzas para la construcción de rascacielos con las que se intentan regular temas como densidad de circulación, afluencia diaria de más de 3 millones de personas y aspectos urbanísticos como: conservación de la imagen urbana, ampliación de las superficies públicas de circulación y accesos al metro, circulación de peatones, luz solar y microclima. Zoning → (3).

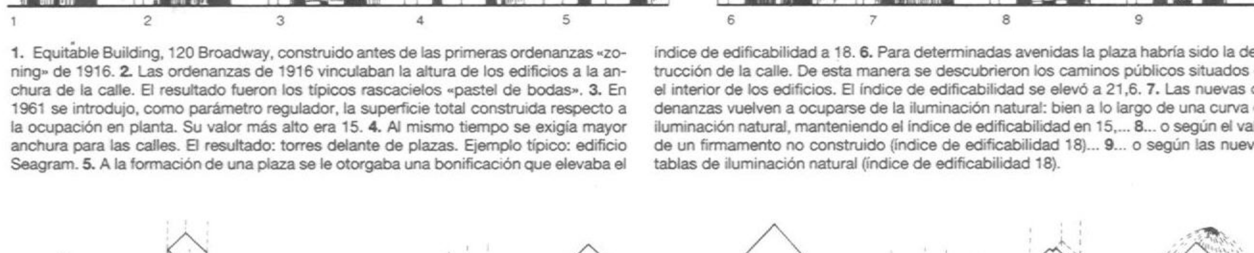
Técnicas de construcción para rascacielos

La imagen de los rascacielos depende sobre todo del sistema estructural adoptado y de los elementos de comunicación vertical. La relación entre superficie útil y costes de construcción se vuelve cada vez más desfavorable a medida que aumenta la altura del edificio.
Las superficies destinadas a comunicación vertical y elementos estructurales ocupan una proporción cada vez mayor.
La subdivisión de los rascacielos en sectores, cada uno de ellos con uno llamado «sky lobby» en el que se efectúa el transbordo desde los ascensores de gran velocidad a los ascensores locales, reduce el tiempo de viaje y la superficie destinada a ascensores.

La **rentabilidad** depende del «sway factor», la relación entre la máxima deformación admitida en el punto más alto respecto a la altura total del edificio (máx.: 1:600).
Para las dimensiones de los edificios de gran altura son determinantes las acciones horizontales (viento) y no las cargas verticales. Las deformaciones horizontales se deben en un 90 % al desplazamiento del pórtico («shear way»), y en un 10 % a la inclinación del propio edificio.
Los entramados estructurales sin arriostramiento especial para el viento no son rentables a partir de la décima planta.
Los sistemas convencionales de pórticos alcanzan dimensiones no rentables, a partir de la planta 20. Los entramados estructurales de hormigón armado sin muros de arriostramiento tienen sentido en edificios de 10 plantas y con muros de arriostramiento en edificios de 20 a 30 plantas, para alturas mayores se han de emplear estructuras tubulares.
La rentabilidad de un edificio depende de los materiales elegidos, lo adecuado del sistema estructural adoptado y la corrección de las técnicas de construcción empleadas → (1).
El objetivo de una solución económicamente rentable → (2), inspiró el centro John Hancock, Chicago 1965, de Skidmore, Owings y Merrill. Sistema estructural visible en el exterior como motivo formal. Principio tubular, con lo que se reduce considerablemente la cantidad de acero necesaria. Rentabilidad de funcionamiento a través de una estratificación funcional: plantas 1–5: comercios; 6–12: aparcamientos; 13–41: oficinas de uso flexible; 42–45: instalaciones y «sky–lobby»; 46–93: viviendas; 94–96: visitantes y restaurantes; plantas 97 y 98: antenas, repetidores y emisoras de TV → 📖.
Un apéndice del folleto publicado por el «Department of City Planning» ilustra con nueve ejemplos cómo se puede conseguir suficiente luz natural y suficiente espacio libre a pesar del crecimiento del volumen edificado.



1. Equitable Building, 120 Broadway, construido antes de las primeras ordenanzas «zoning» de 1916. **2.** Las ordenanzas de 1916 vinculaban la altura de los edificios a la anchura de la calle. El resultado fueron los típicos rascacielos «pastel de bodas». **3.** En 1961 se introdujo, como parámetro regulador, la superficie total construida respecto a la ocupación en planta. Su valor más alto era 15. **4.** Al mismo tiempo se exigía mayor anchura para las calles. El resultado: torres delante de plazas. Ejemplo típico: edificio Seagram. **5.** A la formación de una plaza se le otorgaba una bonificación que elevaba el índice de edificabilidad a 18. **6.** Para determinadas avenidas la plaza habría sido la destrucción de la calle. De esta manera se descubrieron los caminos públicos situados en el interior de los edificios. El índice de edificabilidad se elevó a 21,6. **7.** Las nuevas ordenanzas vuelven a ocuparse de la iluminación natural: bien a lo largo de una curva de iluminación natural, manteniendo el índice de edificabilidad en 15,... **8**... o según el valor de un firmamento no construido (índice de edificabilidad 18)... **9**... o según las nuevas tablas de iluminación natural (índice de edificabilidad 18).



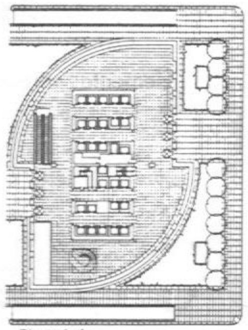
(3) (1) – (9) Zoning Laws → 📖 (determinación del volumen edificable)

EDIFICIOS DE OFICINAS

→ 🕮

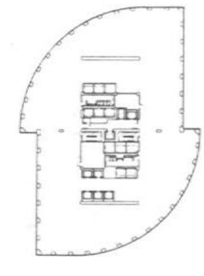
Ejemplos: rascacielos

Allied Bank Plaza Houston → ① – ②. Mediante superficies curvas se redujo la carga del viento en un 25 %. Con ello se ahorró un 10 % de acero en la estructura. **333 Wacker Drive** → ③. Torre de oficinas en la que la forma triangular del solar condiciona la geometría de la planta. **101 Park Avenue New York** → ⑤. Expropiación de una parte de la superficie del solar para uso público, a cambio, bonificación para aumentar el volumen edificado. **State of Illinois Center** → ⑦ al retirar la fachada según un semicírculo se forma una nueva plaza a modo de atrio cerrado.



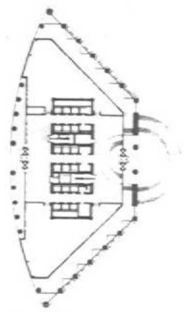
Planta baja

① Allied Bank Plaza Houston
71 plantas



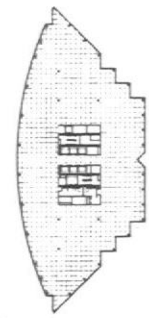
Planta tipo

② Arqs.: Skidmore, Owings y Merrill



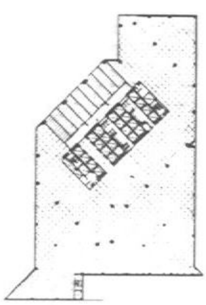
Planta baja

③ 333 Wacker Drive Chicago
37 plantas



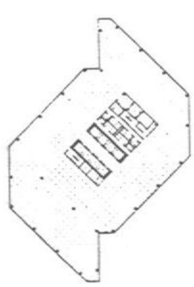
Planta tipo

④ Arqs.: Kohn Pedersen
Fox Asoc.



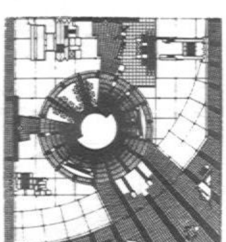
Planta tipo, zona zócalo

⑤ 101 Park Avenue New York
48 plantas



Planta tipo, zona torre

⑥ Arqs.: Eli Attia Asoc.



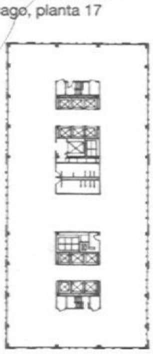
Planta baja, 1985

⑦ State of Illinois Center
Chicago, planta 17

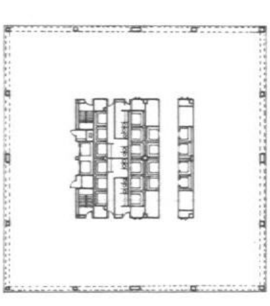


Planta de oficinas

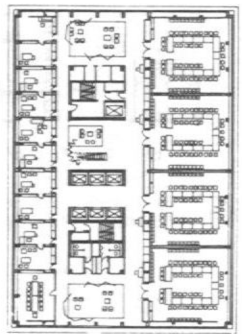
⑧ Arqs.: Murpay/Jahn
Lester B. Knight y asoc.



⑨ Sede central At & T, Nueva York
Arqs.: Philip Johnson y John Burgee,
Harry Simmons, Nueva York
Planta tipo, 1984

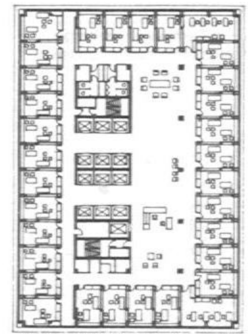


⑩ Cyticorp Center, Nueva York
Arqs.: Hugh Stubbins y asociados,
Cambridge, Mass.
Planta tipo



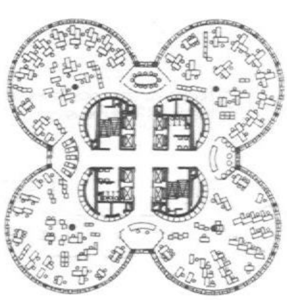
Plantas 2 a 17: despachos
de los diputados

⑪ Parlamento alemán, Bonn, 1969

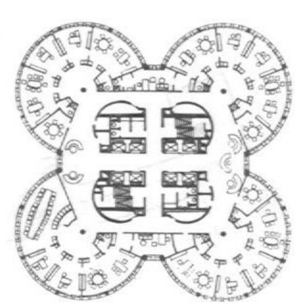


Plantas 19 a 29: salas de reuniones

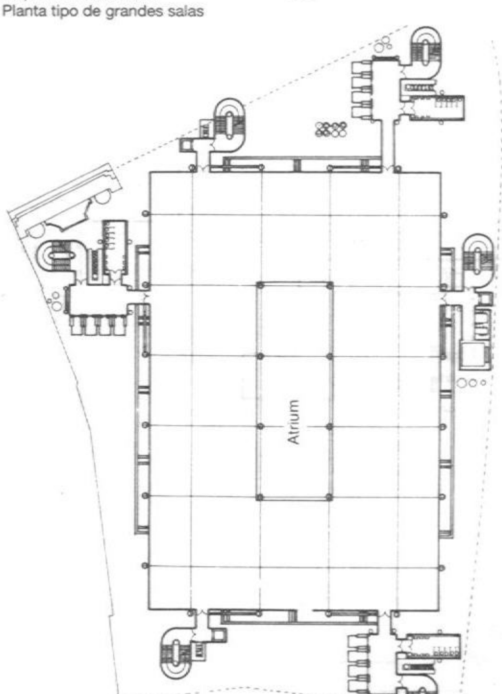
⑫ Arqs.: E. Eiermann con BBD



⑬ Sede central BMW, Munich, 1972
Arq.: Karl Schwanzer,
Planta tipo de grandes salas



⑭ Planta despachos individuales



⑮ Lloyd's de Londres
Arqs.: Richard Rogers y colab. Ltd.
Plantas 4 a 7, 1986

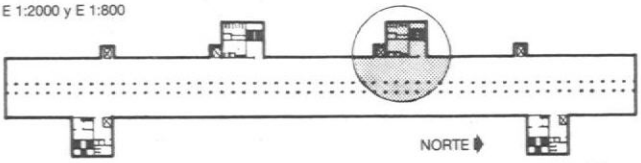
EDIFICIOS DE OFICINAS

EJEMPLOS → 🕮

Elementos verticales

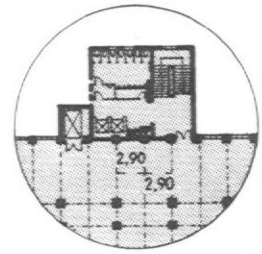
Un buen ejemplo de ordenación de grandes complejos es el edificio de las Naciones Unidas → 🕮 A.R.

E 1:2000 y E 1:800

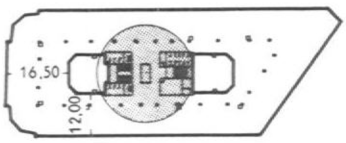


E 1:2000

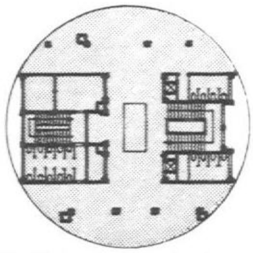
(1) Rascacielos en Berlín–Siemensstadt
Arq.: Dr. Ing. H. Hertlein



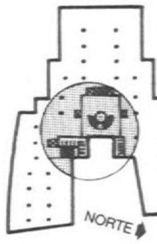
(1a) Núcleo de comunicaciones verticales del rascacielos Siemens. E 1:800



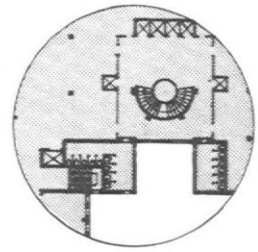
(2) «Bieberhaus», Hamburgo
Arqs.: Rambatz y Jolasse



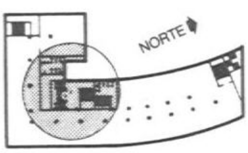
(2a) Núcleo de comunicaciones verticales del «Bieberhaus»



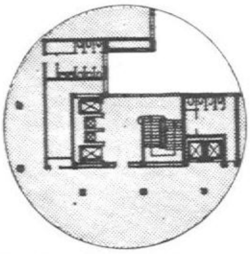
(3) «Ballinhaus», Hamburgo
Arqs.: H. y O. Gerson



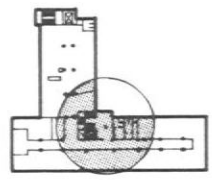
(3a) Núcleo de comunicaciones verticales del «Ballinhaus»



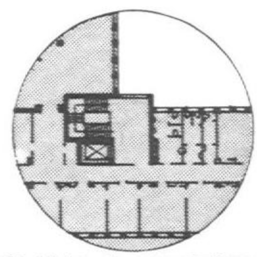
(4) «Columbushaus», Berlín
Arq.: E. Mendelsohn



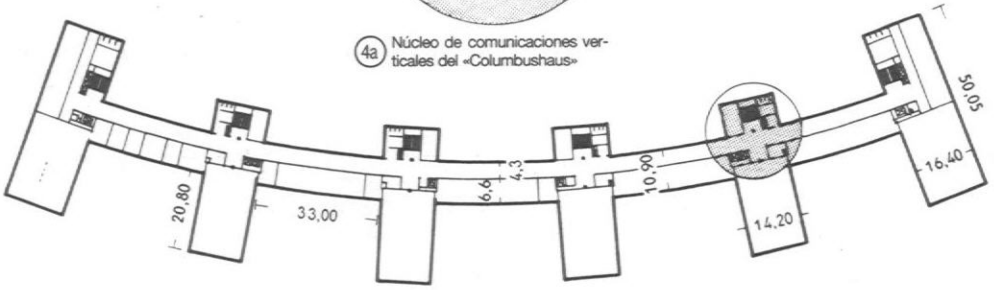
(4a) Núcleo de comunicaciones verticales del «Columbushaus»



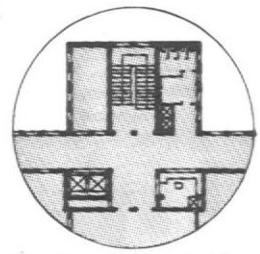
(5) «Siemenshaus», Essen
Arq.: H. Hertlein



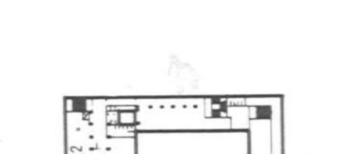
(5a) Núcleo de comunicaciones verticales del «Siemenshaus»



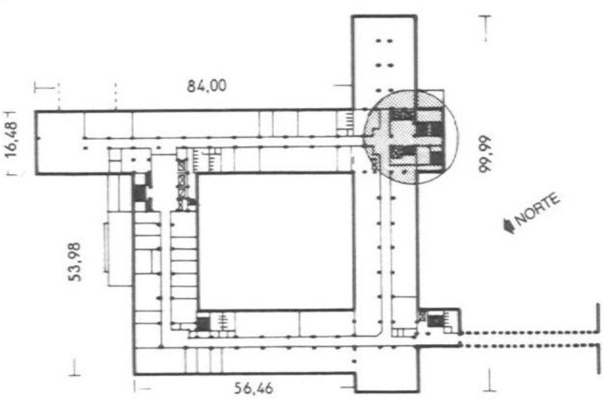
(6) Sede de «I.G. Farben», Frankfurt/Main
Arq.: Prof. H. Pölzig, Berlín



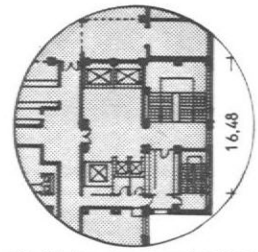
(6a) Núcleo de comunicaciones verticales del «I.G. Farben»



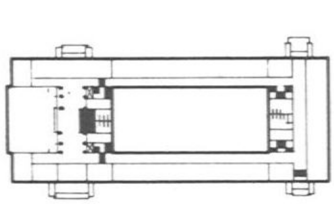
(7) «Stummhaus» en Düsseldorf
Arq.: Prof. P. Bonatz, Stuttgart



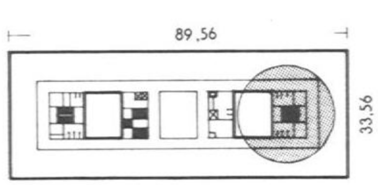
(8) Sede central de los talleres Werner, Berlín–Siemensstadt
Arq.: Dr. Ing. H. Hertlein



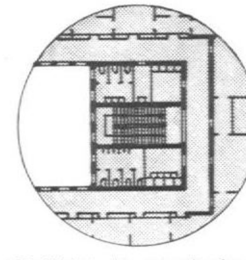
(8a) Núcleo de comunicaciones verticales del edificio Werner



(9) Sede de la Organización Internacional del Trabajo, Ginebra Arq.: G. Epitanse



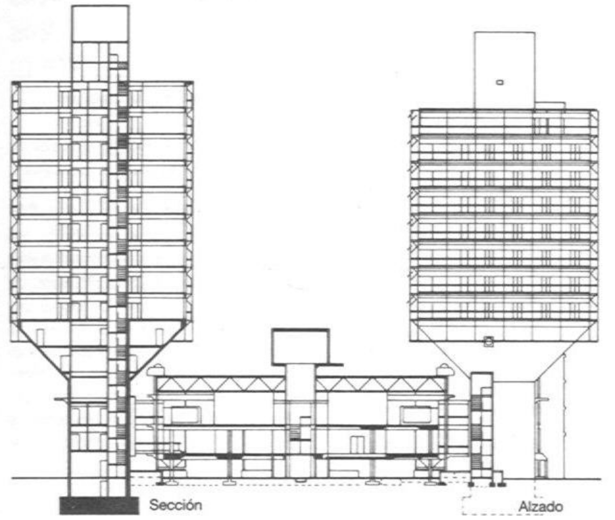
(10) Sede central de «Vereignigten Stahlwerke»
Duisburg–Ruhrort Arq.: director de obra: Blecken



(10a) Núcleo de comunicaciones verticales en la sede de «Vereignigten Stahlwerke»

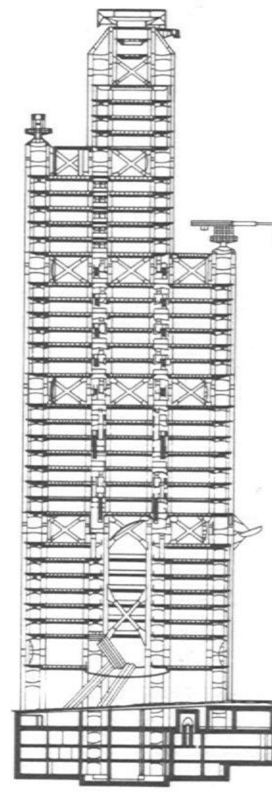
RASCACIELOS

EDIFICIOS DE OFICINAS EJEMPLOS

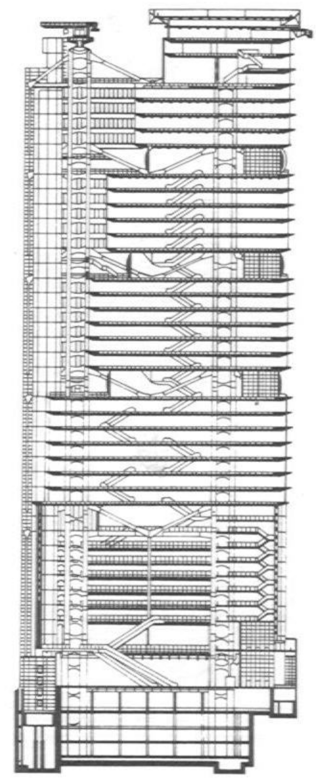


Sede de la Olivetti en Frankfurt, 1972 — Arq.: E. Eiermann

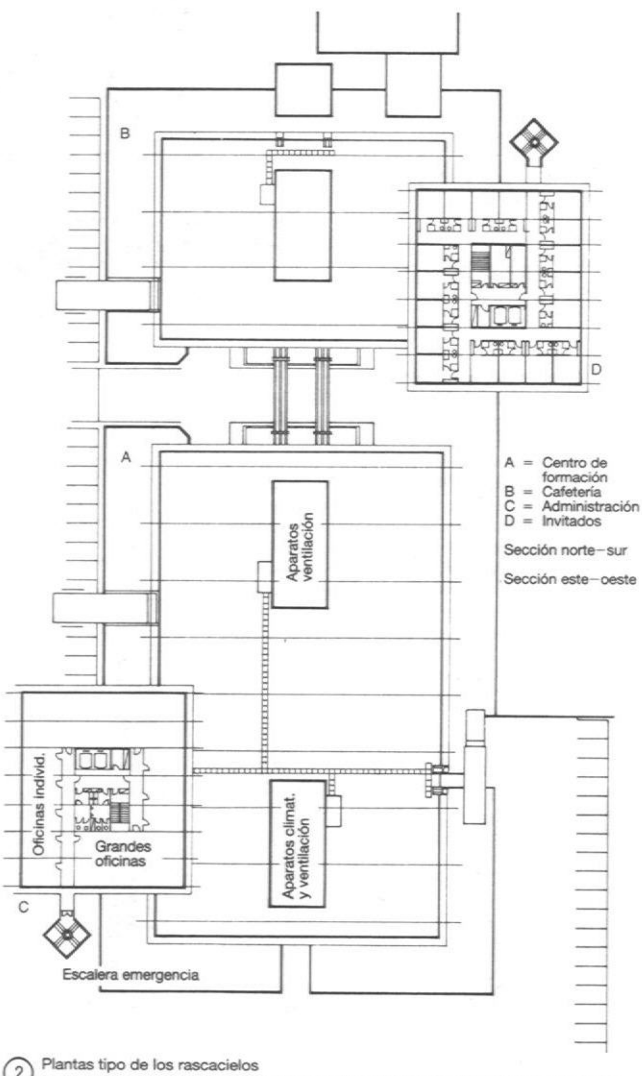
(1) Sección del rascacielos de oficinas y del centro de formación, alzado del rascacielos de invitados en el centro de formación con secretaría, aulas de formación, centro de cálculo, oficinas de ventas y zonas de servicios y en el sótano aparcamiento. En el rascacielos de oficinas: despachos, suministro técnico y comunicaciones verticales en el núcleo central, archivos, instalaciones (máquinas de frío, bombas de recirculación) → (2).



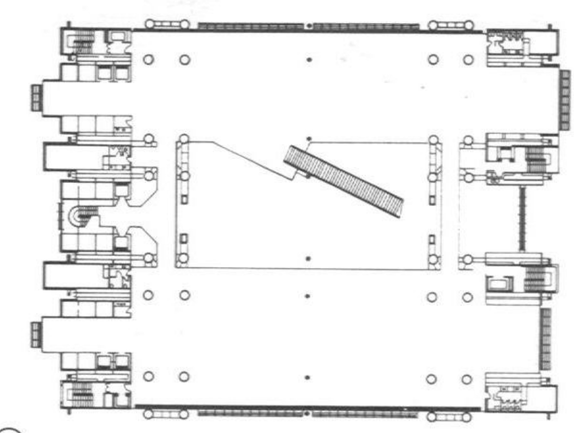
(3) Por el plano de la viga–celosía inferior se conduce luz natural al vestíbulo mediante reflectores → (4) – (6)



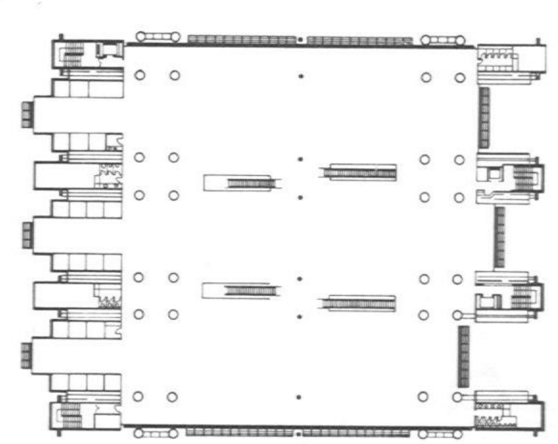
(4) El retranqueo hacia dentro de las plantas se realiza en el interior de la superficie destinada a oficinas



(2) Plantas tipo de los rascacielos
La superficie destinada a oficinas es apropiada tanto para despachos individuales como para grandes salas → (1)



(5) Planta superior, vestíbulo de cajas



(6) Planta tipo, Banco de Hongkong, 1986. — Arqs.: Foster y asociados

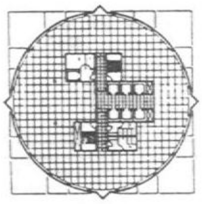
EDIFICIOS DE OFICINAS

EJEMPLOS

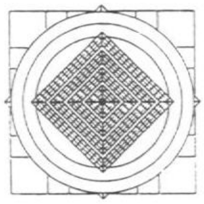
Rascacielos → 🕮

Rascacielos de oficinas en Frankfurt, 1990

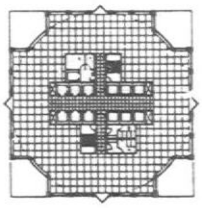
Ejecución emprendida a partir de un concurso de ideas: el edificio de oficinas debía servir también para uso externo. La zona de P.B. y el zócalo libre recuerda los ejemplos construidos en Nueva York a partir de la aplicación de las «zoning laws». El fuerte carácter de hito urbano fue decisivo a la hora de juzgar las soluciones presentadas al concurso. 51 plantas, de ellas 45 destinadas a oficinas, más de 200 m de altura y 66 081 m² de superficie construida → ① – ⑩



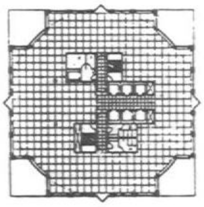
① Plantas de oficinas 41 a 47 (núcleo 231 m²)



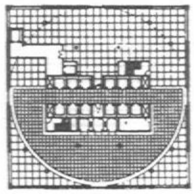
② Planta cubierta



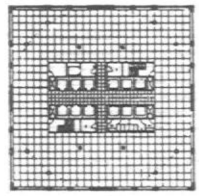
③ Plantas de oficinas 5 a 23 (núcleo 309 m²)



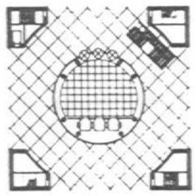
④ Plantas de oficinas 26 a 40 (núcleo 231 m²)



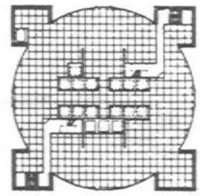
⑤ Plantas 2.ª. Vestíbulo comunicación vertical «skylobby»



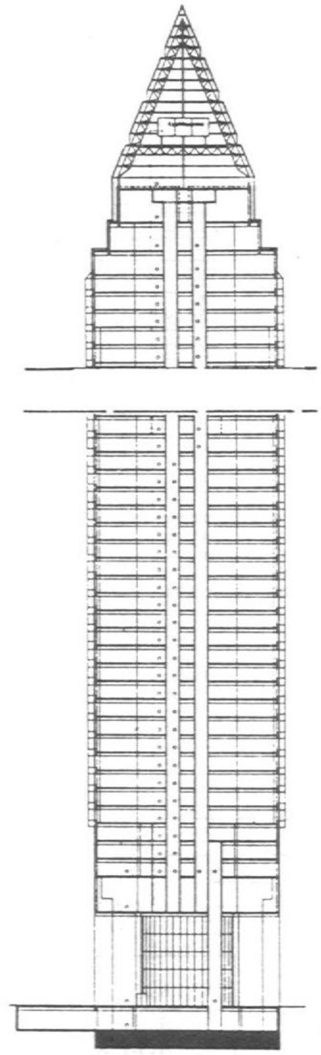
⑥ Plantas de oficinas 3.ª y 4.ª (núcleo 307 m²)



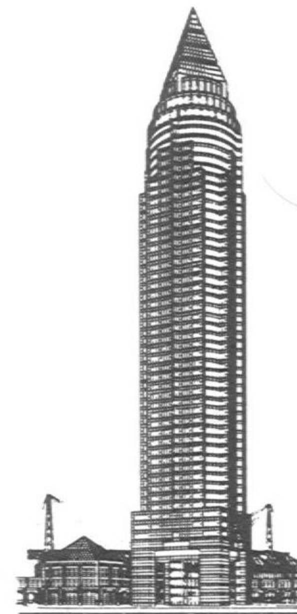
⑦ Vestíbulo planta baja



⑧ Planta 1.ª: instalaciones

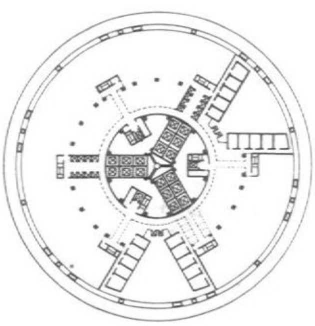


⑨ Sección → ① – ⑧

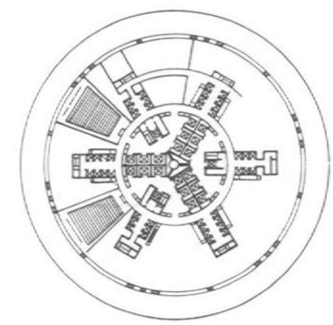


⑩ Perspectiva Arqs.: Murphy/Jahn

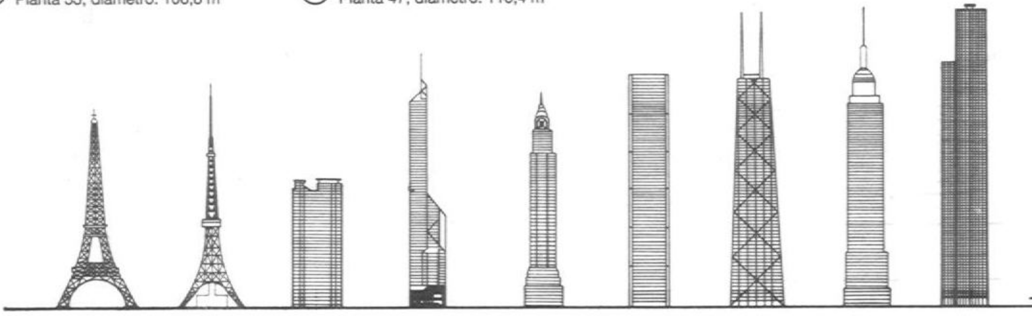
Proyecto encargado por la empresa japonesa «Ohbayashi»; anclada en el mar a 2 km de Tokio sobre un atolón artificial de 400 m de diámetro. Superficie útil para 50 000 personas. Utilización como oficinas hasta 600 m de altura. Diámetro del edificio en planta baja: 130 m. Ascensores para 160 personas como medio de transporte rápido hasta los cinco «sky-centers» de distribución, cada 30 plantas. La estructura tubular formando varios anillos concéntricos se hincan 80 m en el mar. Para contarrestar la carga eólica se propone un sistema de equilibrio mediante contrapesos y tanques de agua, de regulación automática según cual sea la fuerza del viento. De ello resulta una estructura más esbelta con el consiguiente ahorro de material → ⑪ – ⑫ + ⑭.



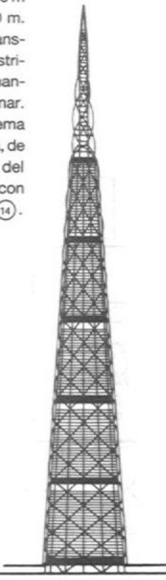
⑪ Planta «Sky-center» Planta 33, diámetro: 106,8 m



⑫ Planta tipo de oficinas Planta 47, diámetro: 116,4 m



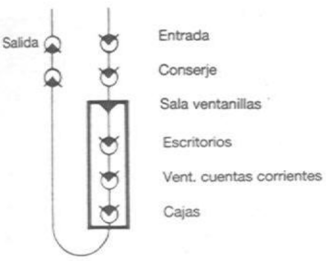
⑬ Comparación entre la altura de los rascacielos más conocidos



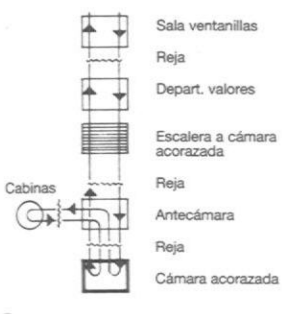
⑭ Torre Milenium, Tokio Arq.: Foster, Londres

BANCOS

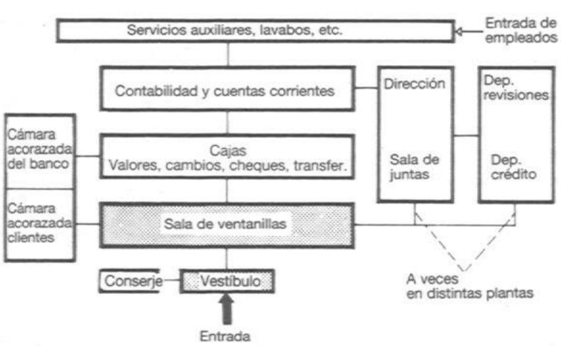
GENERALIDADES



(1) Recorrido de los clientes en los grandes bancos alemanes



(2) Recorrido a la cámara acorazada



(3) Relaciones funcionales en un banco importante

El programa de necesidades de un edificio bancario varía considerablemente según se trate de un banco privado con intereses comerciales o industriales, una caja de ahorros o un banco hipotecario.

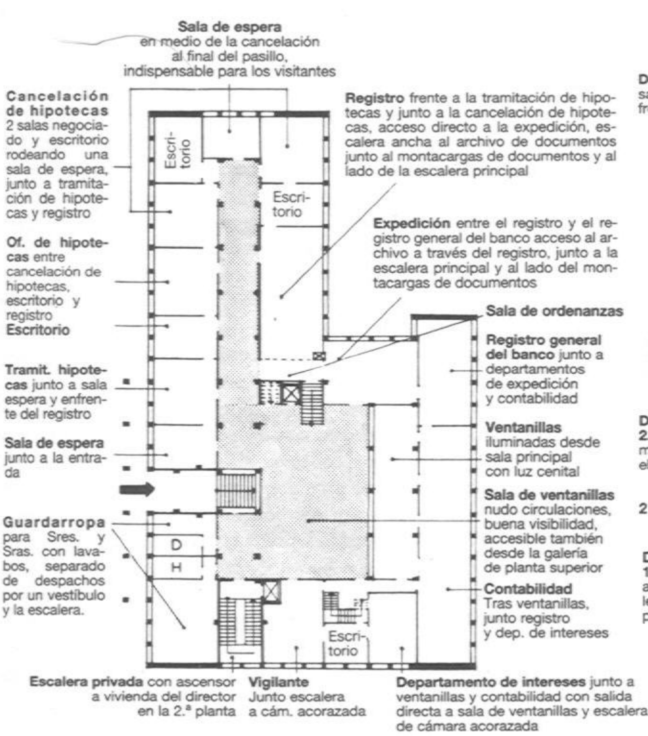
Pero, por lo general, en todos ellos los clientes ingresan y retiran dinero en efectivo o con talones. Estas operaciones se han de realizar de la manera más rápida, segura y sencilla posible. Los mecanismos de transporte sólo son necesarios y rentables en los grandes bancos. El **cliente** entra desde la calle al vestíbulo del banco y de aquí pasa a la sala de cajas, con bancos de espera, mesas y material para escribir, y donde se encuentran las distintas ventanillas de cobros, pagos, valores, cuentas de ahorro, cambio de divisas, etc.

Detrás de las ventanillas se suelen encontrar los puestos de trabajo de seguimiento de las cuentas, en los que se comprueban y anotan las operaciones solicitadas por los clientes → (1). O bien el cliente solicita previamente la conformidad de la operación a realizar en el departamento de contabilidad y luego se dirige a la ventanilla de pagos, que en la actualidad suelen estar equipadas con lectores electrónicos. Las restantes oficinas de atención al público, como p.e., despacho del director, departamento de créditos, etc., suelen comunicar directamente con la sala de cajas a través de antesalas o estar situadas en la primera planta → (3).

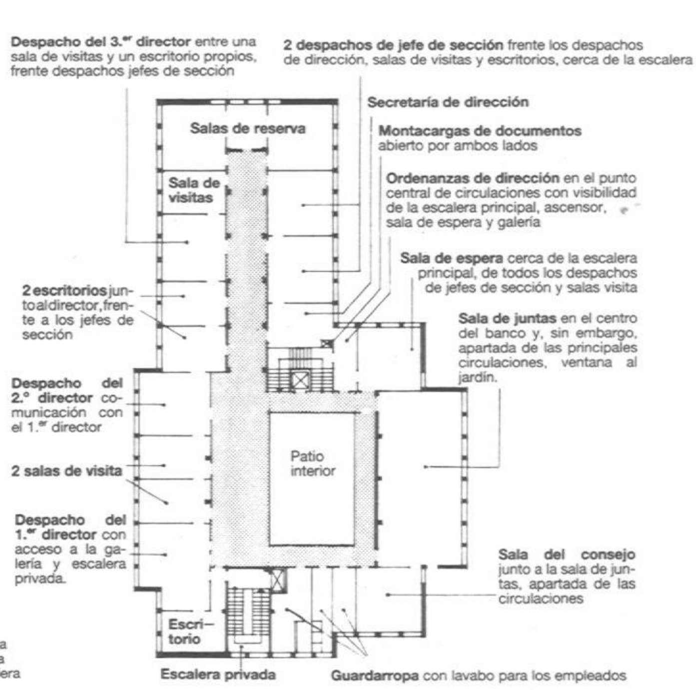
El recorrido hasta las cajas fuertes de alquiler suele llevar desde la sala de cajas a través, generalmente, del departamento de valores, del que parte una escalera a un piso inferior en el que detrás de una reja se encuentra la antesala de la cámara acorazada. En ésta se encuentran las cabinas para los clientes (tamaño para 1 persona: 1,0 × 1,5 hasta 1,5 × 1,5; para 2 personas: 2,0 × 1,5) y la entrada a la cámara acorazada, generalmente subdividida en cámara para el banco y cámara para los clientes → p. 308 (9).

Los grandes bancos suelen tener, junto a la cámara acorazada para los clientes, una cámara acorazada exclusivamente para el propio banco, delante de la cual se encuentra el departamento de depósitos con una escalera directa a la sala de cajas o montacargas especiales → (3).

En el sótano, accesible a través de una escalera de uso reservado, se encuentra el guardarropa, aparcamiento de bicicletas y demás cuartos auxiliares para los empleados, calefacción, maquinaria del ascensor, correo neumático, etc., y también el archivo con montacargas para documentos. En los **bancos hipotecarios** el correcto desarrollo de las operaciones es determinante para la distribución de la planta baja → (4) y (5).



(4) Relaciones funcionales en la planta baja de un gran banco hipotecario (proyecto del autor para el «Mitteldeutsche Hyphotekenbank Weimar»)



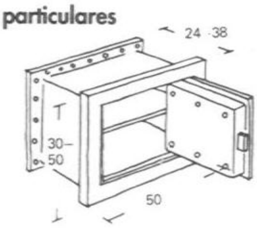
(5) Relaciones funcionales de un banco hipotecario en la **planta superior** de (4)

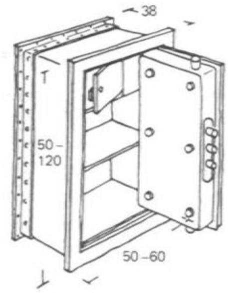
BANCOS

CAJAS FUERTES

La cámara acorazada del **particular** es la caja fuerte empotrada en la pared → ① y ② y escondida detrás de un tapiz o un cuadro en el dormitorio; en ella se guardan objetos de valor, joyas, etc. Las cajas fuertes también se colocan en el aparador del comedor para guardar la cubertería de plata u objetos de especial valor.

Para particulares

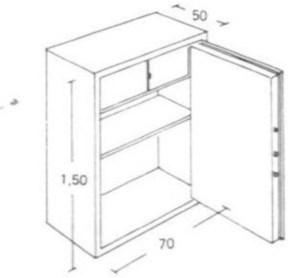




Exterior	Alto	30	30	40	40	50–120
	Ancho	50	50	50	50	50–60
	Prof.	24	38	24	38	38
Interior	Alto	17	17	27	27	37–107
	Ancho	37	37	37	37	37–47
	Prof.	16	30	16	30	30

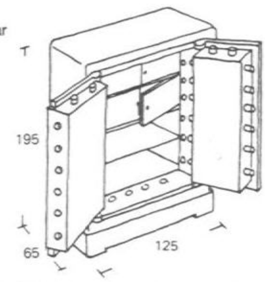
① + ② Cajas de caudales para empotrar

Para comercios



Tamaño	Exterior H	Exterior A	Exterior P	Interior H	Interior A	Interior P
1 hoja	150	70	50	137	57	41
2 hojas	195	95	50	182	82	41

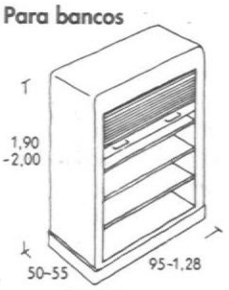
③ Armario blindado para documentos



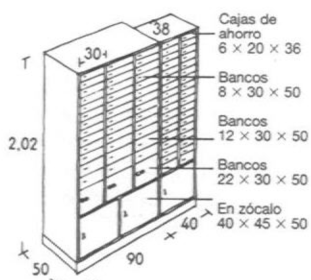
Tamaño	Exterior			Interior		
	Alto	Ancho	Prof.	Alto	Ancho	Prof.
1 hoja	80	60	60	50	37	36
	100	60	60	70	37	36
	125	80	60	95	57	36
	150	80	60	120	57	36
	175	80	65	145	57	41
2 hojas	195	125	65	165	102	41

④ Caja fuerte para libros de contabilidad y dinero en efectivo

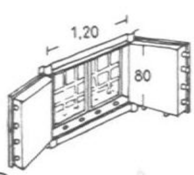
Para bancos



⑤ Armario con persiana para valores y similares



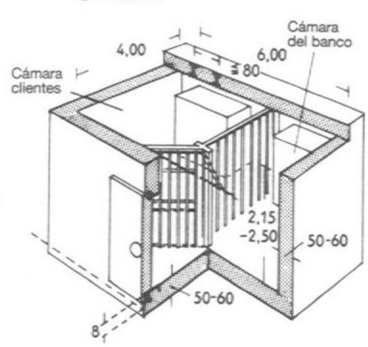
⑥ Cajas fuertes de alquiler, tamaños usuales



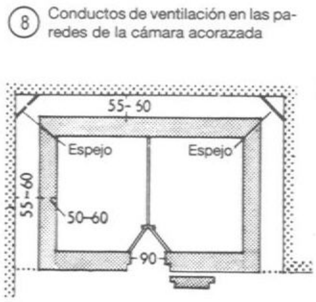
⑦ Ventana de cámara acorazada

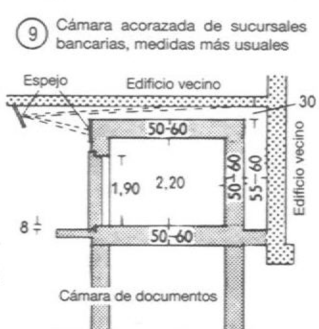


⑧ Conductos de ventilación en las paredes de la cámara acorazada



⑨ Cámara acorazada de sucursales bancarias, medidas más usuales





⑩ + ⑪ Cámara acorazada rodeada de otros edificios vecinos, excepto por el suelo (cámara de documentos)

Medidas exteriores			Medidas interiores			Número de estantes
Alto	Ancho	Prof.	Alto	Ancho	Prof.	
50	50	45	35	35	33	1
60	50	45	45	35	33	1
80	60	45	65	45	33	2
100	60	45	85	45	33	2
120	60	45	105	45	33	2

⑫ Armario para monedas fraccionarias

120	70	60	97	55	39	2
155	70	55	125	50	34	3
195	95	60	172	80	39	4

⑬ Armario de documentos resistente al fuego

El **empresario** tiene armarios blindados → ③ para guardar los libros de contabilidad o documentos y cajas fuertes → ④ para el dinero en metálico. Los objetos de valor poco utilizados se suelen depositar en las cajas fuertes de alquiler de algún banco → ⑥ p. 307.

Las cámaras acorazadas de los bancos se han de construir de manera que impidan su desvalijamiento, incluso empleando todos los medios que ofrece la actual tecnología. Las paredes y la puerta deberían resistir los intentos de desvalijamiento al menos durante el máximo tiempo del que puedan disfrutar los ladrones sin ser detectados. Por consiguiente, las cámaras acorazadas no deberían lindar con salas poco utilizadas del propio banco, ni con otros locales vecinos, ni con el propio suelo. En caso contrario, los desvalijadores, tal como demuestra la experiencia, tendrían la posibilidad de reducir impunemente la pared hasta dejar un espesor mínimo que puede romperse en un momento. Por lo tanto, las cámaras acorazadas que no están rodeadas por todos sus lados, incluso por arriba y por abajo, de locales del propio banco utilizados constantemente, se han de ejecutar dejando libre su perímetro para poder vigilarlo a intervalos constantes.

Paredes de las cámaras acorazadas. Según los estudios de F. Eiser → 🕮 la obra de fábrica de ladrillo refractario ofrece una protección casi igual que el ladrillo clinker, en cuya superficie el mortero se adhiere con dificultad. La mayor resistencia se obtiene con hormigón (dosificación 1:3) con adición de fluresita (5 kg por cada m^3). Para romper una pared de estas características y 40 cm de espesor, con un cincel afilado, un albañil corpulento necesita unas 12 1/2 horas, frente a las 9 horas que necesita para romper un muro de obra de fábrica de ladrillo refractario tomado con mortero 1:3. La colocación de armaduras de acero apenas aumenta la dificultad de perforar la pared (las varillas de acero templado podrían separarse a martillazos y las de acero de dureza natural podrían doblarse) y por consiguiente no queda compensado su sobrecoste. Tras estos estudios, F. Eiser averiguó que la solución más rentable para realizar las cámaras acorazadas consistía en muros de hormigón de 50 cm de espesor y dosificación 1:4, que exigirían unas 20 horas de trabajo para perforarse.

Dada una jornada laboral, al desvalijador le quedarían 16 horas y en el caso más desfavorable además un domingo y dos días de fiesta, en total 88 horas. Como además, con los actuales cinceles y perforadoras eléctricas, el tiempo necesario para agujerear la pared se ha acortado considerablemente, las cámaras acorazadas se han de vigilar a intervalos constantes fuera del horario laboral. Una posibilidad consiste en instalar sensores acústicos que hacen sonar una alarma en el puesto de guardia o en la comisaría más cercana. Una cámara acorazada totalmente exenta tendría garantizada una vigilancia ocular prácticamente constante, pero en tiempos revueltos podría incitar a cometer actos violentos (atentados terroristas, etc.), cosa que no ocurre con las cámaras situadas en el interior de un edificio. Además, los clientes prefieren tener su dinero en el sótano, que a la vista de todo el mundo. Por lo tanto, una posición recomendable para la cámara acorazada es en una esquina del edificio bancario → P. 307 ③.

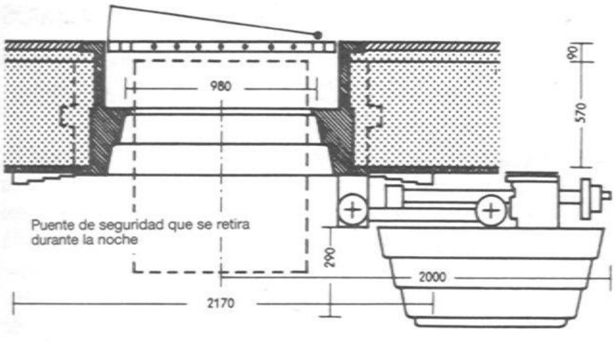
BANCOS

Las **puertas de las cámaras acorazadas** y las puertas blindadas giran suavemente alrededor de una columna de acero con pernios, resisten cualquier tipo de agresión y tienen planchas acorazadas intaladrables e indestructibles con un recubrimiento de protección contra la fusión y contra incendios. Grosor total: 27 – 30 cm. Sin ojo de cerradura (cerradura con mando a distancia, etc.) y una alarma eléctrica que se dispara a la menor vibración.

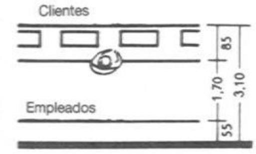
Ventanillas de caja, en la actualidad generalmente sin reja metálica, únicamente con vidrio antibalas → ② – ⑥. Dispositivo de alarma accionable con el pie o la rodilla. Debajo del mostrador se suelen colocar armarios de acero normalizados.

Las **comprobaciones internas** se realizan cada vez más a través de un circuito de TV, en vez de mediante correo neumático, cintas transportadoras, etc. (el cajero al recibir un cheque, lee el número de cuenta por micrófono al departamento de cuentas, donde se hace aparecer en la pantalla de TV el saldo, la firma y demás datos que pueda necesitar el cajero para efectuar la operación correspondiente); actualmente mediante operaciones informatizadas.

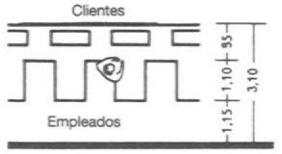
Bancos *drive–in*, en los que los clientes —para ahorrar tiempo— no entran físicamente en el banco, sino que circulan en coche junto a la ventanilla. Sin dificultades de aparcamiento. Ventanilla adosada al edificio del banco → ⑫, ⑬ o en el sótano con una cabina al lado de la acera, equipada con un periscopio, altavoz y mecanismo de transporte de dinero → ⑦.
Cada ventanilla puede servir a unos 250 clientes/día. (Una operación aprox. cada 60 segundos.) No todas las operaciones bancarias pueden realizarse en las ventanillas *drive–in*, por lo tanto, en este tipo de bancos también ha de existir una sala de ventanillas para las transacciones que llevan más tiempo.



① Puerta de cámara acorazada con puerta interior de uso diurno

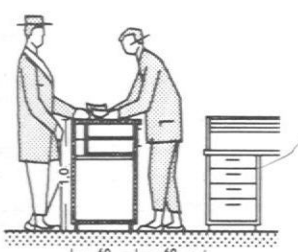


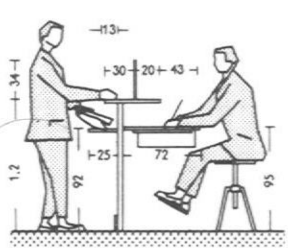
② Ventanillas alineadas



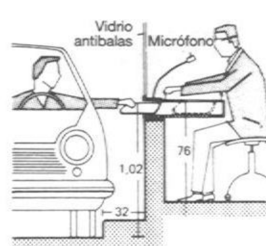
③ Igual que ② con mesas de trabajo


④ Ventanillas en diente de sierra con superficie de trabajo lateral

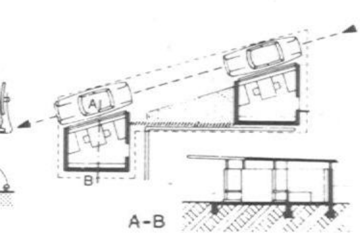

⑤ Mostrador alemán en los grandes bancos berlineses


⑥ Mostrador de caja sueco

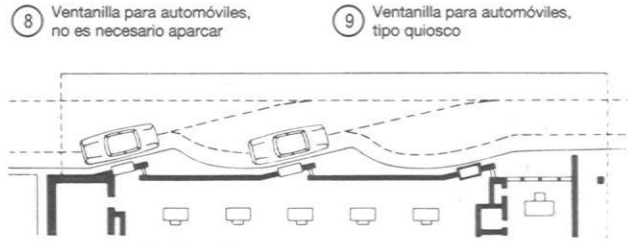
Actualmente, las ventanillas se protegen siempre con vidrio antibalas; cuatro lunas ≧ 25 mm de espesor debajo de las que se coloca un cajón rehundido en el mostrador → ⑧

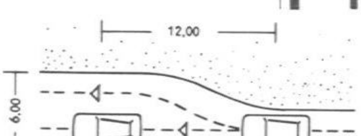


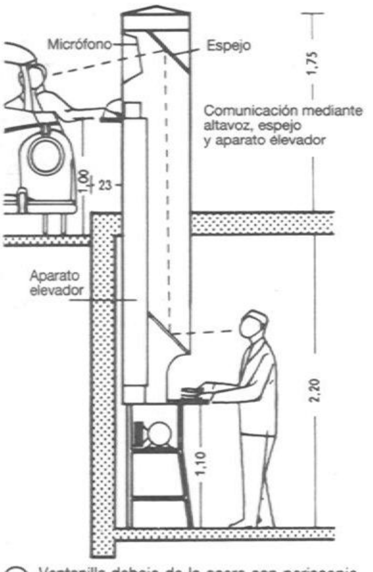
⑧ Ventanilla para automóviles, no es necesario aparcar



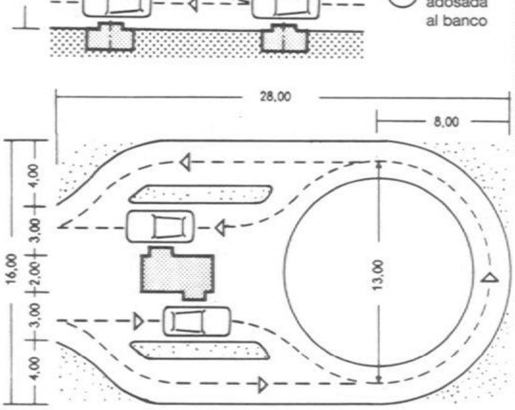
⑨ Ventanilla para automóviles, tipo quiosco

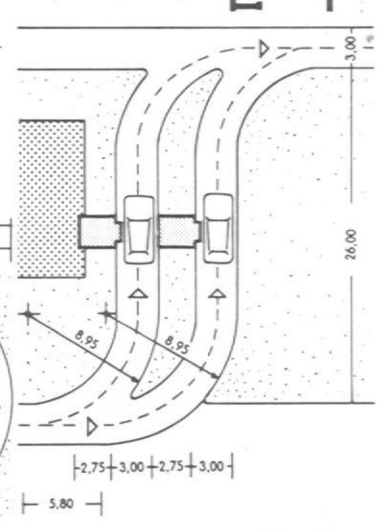

⑩ Ventanilla para automóviles


⑪ Ventanilla adosada al banco



⑦ Ventanilla debajo de la acera con periscopio de servicio, se necesitan ≧ 3 plazas de aparcamiento para garantizar la fluidez del servicio

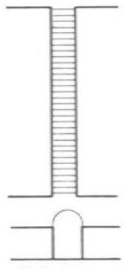

⑫ Ventanilla doble aislada, permite a los coches dar la vuelta


⑬ Ventanilla igual que ⑧ y ⑨ para tráfico de paso

PASAJES ACRISTALADOS

TIPOLOGÍA → 📖

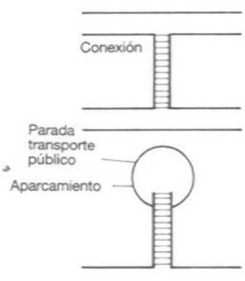
Los pasajes acristalados son una opción constructiva muy interesante y al mismo tiempo popular de la arquitectura actual.
Los pasajes pueden proyectarse a nivel del suelo, o separarse de él con una pendiente apenas apreciable. Sirven exclusivamente para tráfico peatonal y deberían estar abiertos las 24 horas del día, en tanto caminos semipúblicos. Los pasajes se nutren de la multiplicidad funcional (pequeños comercios de todo tipo y quioscos y locales como bares y restaurantes que siguen abiertos después de cerrar las tiendas). La estructura portante del vidrio puede ser de acero, aluminio o madera.



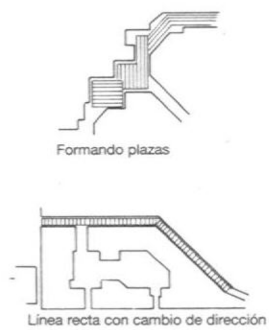
(1) Los pasajes urbanos son vías de comunicación con una cubierta de vidrio (luz natural). Suelen ser mucho más largos que anchos y altos.



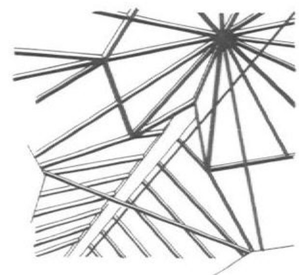
(6) → (5)



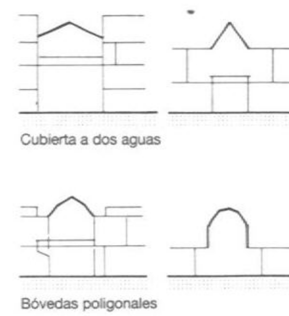
(2) Los pasajes han de conectar varios puntos insertándose en los principales flujos peatonales de la ciudad. Esto puede realizarse: → (3).



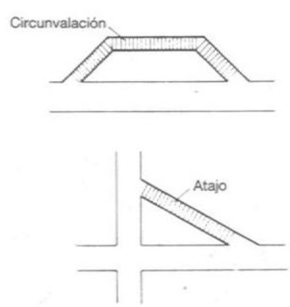
(7) → (5)



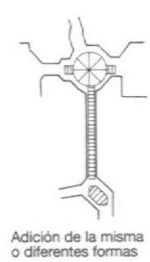
(11) Pasaje comercial en Dudweiler Arq.: Gottfried Böhm, Colonia



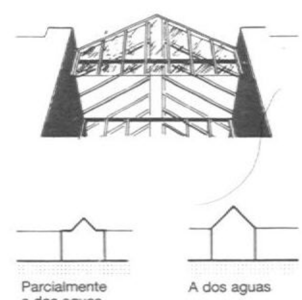
(15) Tipos de cubierta



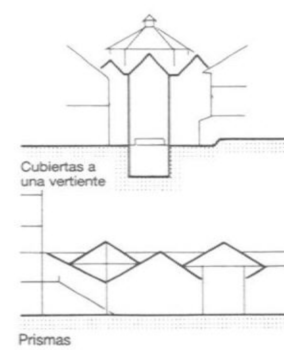
(3) → (2)



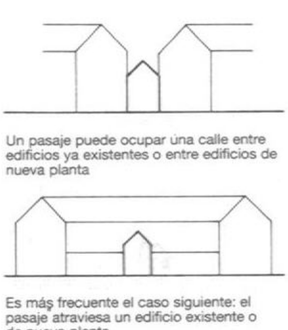
(8) → (5)



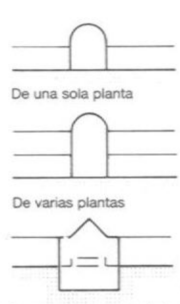
(12) Posibilidades de cubrición



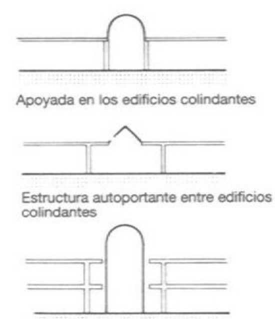
(16) → (15)



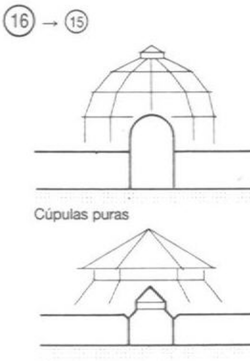
(4) Situación de los pasajes



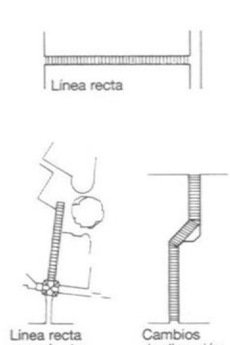
(9) Número de plantas. La circulación principal suele estar a nivel de planta baja



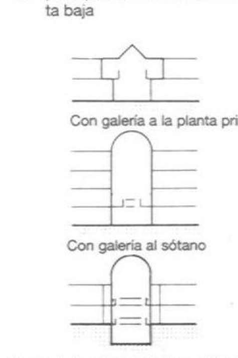
(13) Posición de la estructura



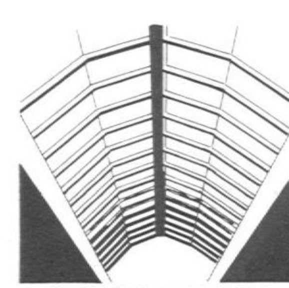
(17) → (15)



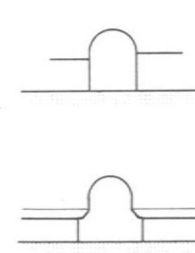
(5) Forma en planta de los pasajes



(10) Pasajes de varias plantas



(14) Estructura de perfiles portantes



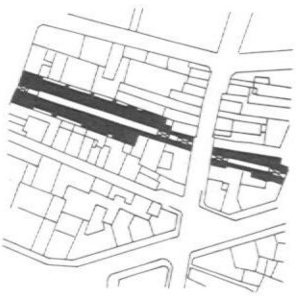
(18) → (15)

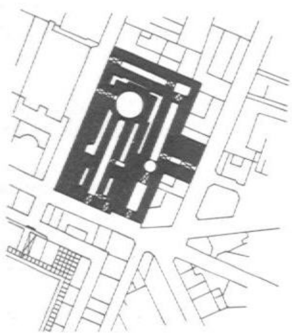
PASAJES ACRISTALADOS

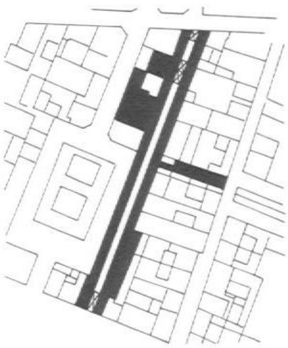
EJEMPLOS HISTÓRICOS → 📖

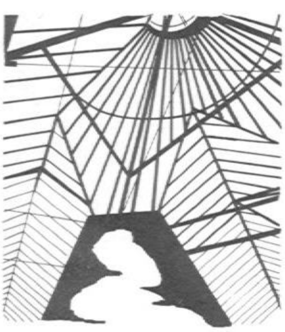
Passage du Caire → (1) + (5)
Es el pasaje con cubierta de vidrio más antiguo que se conserva, hasta ahora continúa siendo el más largo de París: 370 m (1210 pies).
Pasaje poco representativo, de dos plantas y 2,70 m (8,5 pies) de anchura. Alberga comercios de dos plantas, junto a viviendas situadas encima de la cubierta de vidrio.
Galerie Vivienne → (2) + (9)
François Jacques Delannoy, arquitecto (1755–1835). La galería Vivienne se construyó casi simultáneamente a la galería Colbert, existente en el mismo bloque de edificios.
Passage du Grand Cerf → (3) + (10)
Un pasaje de tres plantas, 120 m de longitud y sólo de 4 m de anchura, atraviesa en línea recta un bloque de edificios. Sobre las zonas de carga y descarga se encuentran las oficinas y talleres, por encima suyo las viviendas.
Passage Choiseul → (4)
Este pasaje de 190 m de longitud tiene mayor carácter de calle urbana que la mayoría de los restantes pasajes parisinos. A los edificios de viviendas se accede por escaleras de caracol.
Pasajes Joufroy y Verdeau → (6)
Sistema de vías peatonales cubiertas de unos 400 m de longitud.
Galleria Mazzini → (7) + (8)
Pertenece a los pasajes monumentales
Leeds Thornton's Arcade → (11)
Los edificios lindantes como el pasaje tienen tres plantas de altura.
Galleria Umberto I → (13) + (14)
Se caracteriza por una enorme cúpula que corona el encuentro de las cuatro entradas.


(1) Passage du Caire. París. Estado en 1952

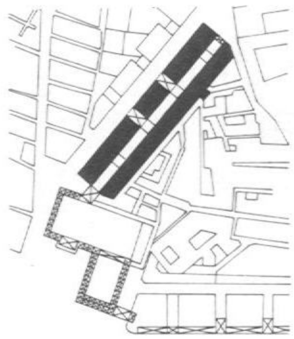

(2) Galerie Vivienne. Galerie Colbert. París. Estado en 1966


(3) Passage du Grand Cerf. París


(4) Passage Choiseul. París. Aprox. 1966


(5) Passage du Caire. París. Aprox. 1798

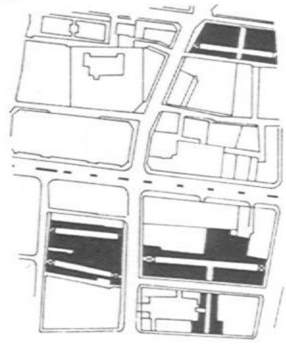

(6) Passage Joufroy. París. 1845


(7) Galleria Mazzini. Génova. Aprox. 1930

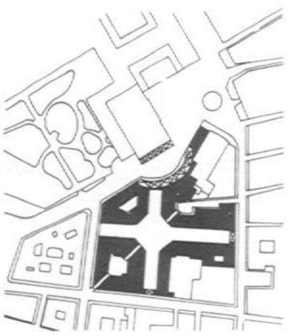

(8) Galleria Mazzini


(9) Galerie Vivienne. París. 1823 ala sur


(10) Passage du Grand Cerf. París. 1825


(11) Thornton's Arcade. Leeds. Queens, Grand Country Cross. Estado en 1961


(12) Queens Arcade. Leeds. 1889


(13) Galleria Umberto I, Nápoles. Estado en 1960

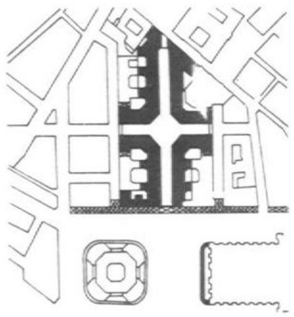

(14) Galleria Umberto I, Nápoles


(15) Morgan Arcade, Cardiff → (16)

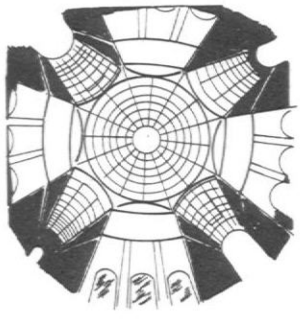

(16) Morgan Arcade, Cardiff

PASAJES ACRISTALADOS

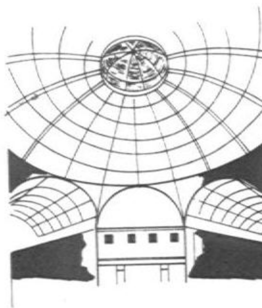
Ejemplos históricos →



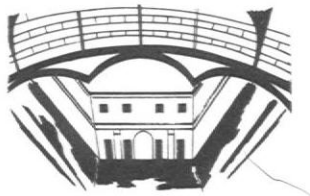
(1) Milán: plaza de la catedral y Galleria Vittorio Emanuele II. Estado hacia 1900. Arq.: G. Mengoni



(6) El pasaje, fotografiado con un objetivo ojo de pez → (1)



(2) La cúpula de vidrio → (1)

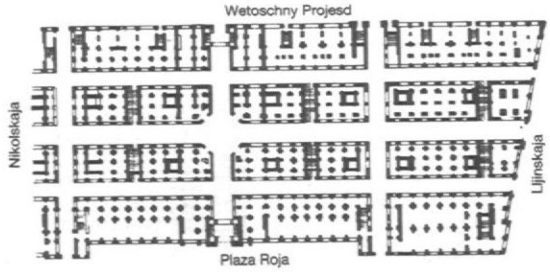


(7) Vista desde la cúpula → (1)

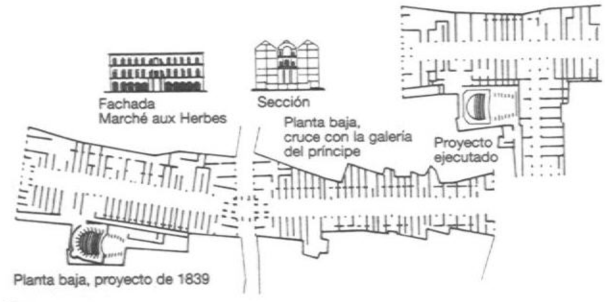
La Galleria Vittorio Emanuele II de Milán constituye el punto culminante en la evolución de la tipología arquitectónica de los pasajes. En ella concluye el proceso iniciado con los pasajes parisinos y continuado en las galerías St. Hubert de Bruselas.
La galería tiene forma de cruz latina en planta y su centro se amplió hasta formar un octógono.
Algunas dimensiones: ala más larga: 62 m; diámetro del octógono: 36,60 m; altura hasta el punto más alto de la linterna: 47,08 m → (1) – (2) + (6) – (7).
Estas medidas sólo han sido superadas parcialmente en algunos pasajes posteriores: en la altura de la Galleria Umberto I de Nápoles y en la longitud de los grandes almacenes GUM de Moscú → (3). En el diseño de las fachadas interiores se pueden reconocer fácilmente reminiscencias de las fachadas urbanas de Palladio.

Grandes almacenes moscovitas (GUM) → (3) – (4) + (8) – (9).
El edificio GUM tiene aproximadamente las dimensiones de un paralelogramo de 90 × 250 m.
La ampliación poligonal en el punto de encuentro de los pasillos centrales recuerda al pasaje milanés, aunque en este caso, el ala transversal no llega hasta el techo.

Galeries St. Hubert → (11) + (13).
Son el primer ejemplo monumental de un pasaje. El volumen apenas ha sido superado por las realizaciones posteriores. Al mismo tiempo fueron las primeras en construirse con participación pública.



(3) Moscú: Nuevas galerías comerciales GUM; planta baja. → (4) – (5) + (8) – (9) Arq.: Pomeranzen



(10) Bruselas: Galeries St. Hubert



(4) Vista del pasillo central → (3)



(8) Vista del pasillo lateral → (3)



(11) Galeries St. Hubert, Bruselas. Estado en 1866



(13) Espacio central de un pasaje → (11)



(5) Pasaje Petrówskij. Vista general



(9) Vista del pasillo central → (3)



(12) Budapest: vista de un pasaje



(14) Cúpula de vidrio → (12)

PASAJES ACRISTALADOS

Ejemplos aplicados → 📖

Los arquitectos han redescubierto el papel de las galerías y pasajes cubiertos como elemento de configuración urbana. Sus cubiertas transparentes pueden cubrir tanto calles y caminos como plazas, y conectar edificios y locales comerciales.
Las galerías y pasajes se han convertido en una ampliación de las zonas peatonales, aportan protección frente a las inclemencias climáticas y al mismo tiempo son lugares de encuentro.

Pasajes comerciales en Hamburgo → ① – ③, ocupación en planta: 11 000 m², superficie comercial: 9 400 m² en tres plantas. Cubierta transitable: 180 plazas de aparcamiento para turismos.

Kaisserpassage en Bonn → ⑥ – ⑧. Como modelo para realizar el proyecto se tomaron los pasajes y galerías del siglo XIX. La agrupación espacial de comercios especializados, tiendas, quioscos, cafeterías, restaurantes y cines ha de invitar al paseante, cualesquiera que sean las condiciones climáticas, a detenerse y permanecer un rato.

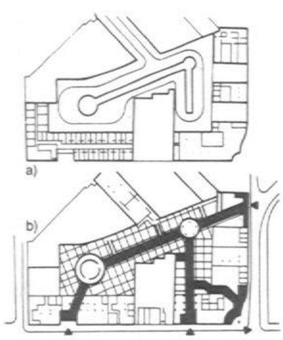
Calwer Passage en Stuttgart cubierto con una gran bóveda de vidrio → ④ – ⑤, ⑨ – ⑩.

Wilhelm–Arcade en Wiesbaden → ⑪ – ⑬. Conexión entre la plaza del mercado y la calle Wilhelm; comercios en planta baja y locales auxiliares y un restaurante en la planta superior.

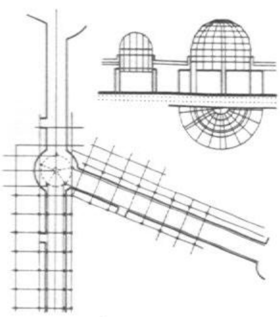
«Galerie Kleiner Markt» en Saarlouis → ⑭ – ⑯, acceso a las tres plantas a través de escaleras mecánicas. La ampliación hacia el sótano proporciona carácter de galería al pasaje.



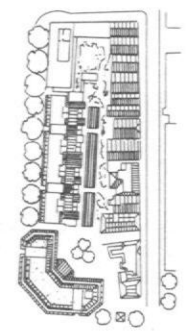
① Barrio Hansa, Hamburgo Situación → ② – ③. Arq.: Marc Gerkan



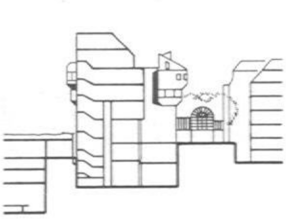
② Planta de un pasaje: a) cubierta–aparcamiento, b) planta baja



③ Sección de la cúpula pequeña, planta y sección del pasaje → ①



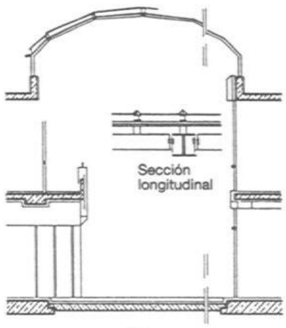
④ «Calwer Passage» en Stuttgart. Plano de situación. Arqs.: Kammerer y Belz



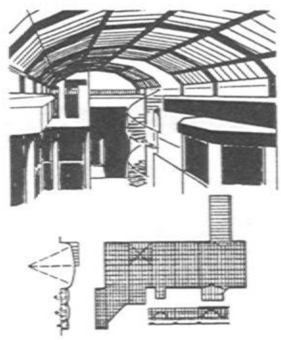
⑤ «Calwer Passage» en Stuttgart. Sección → ⑩



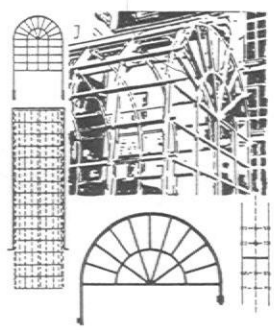
⑥ «Kaiserpassagen», pasaje comercial en Bonn. Planta baja → ⑦ – ⑧. Arq.: D. Klose



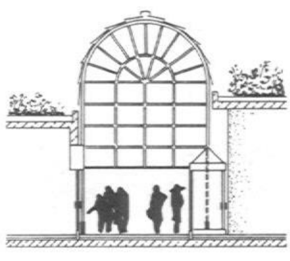
⑦ Sección → ⑥. Pasaje con cubierta acristalada



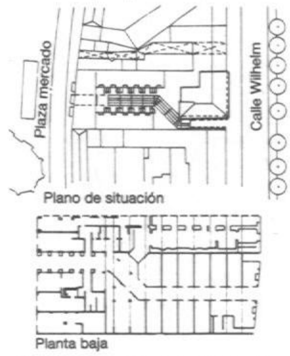
⑧ Planta de la cubierta de cristal y perspectiva central → ⑥ – ⑦



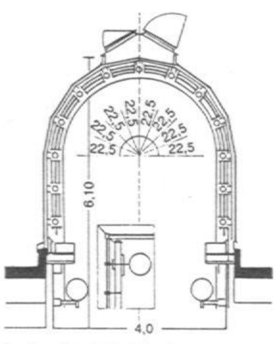
⑨ Planta, alzado y detalle de la bóveda de cubrición → ⑫



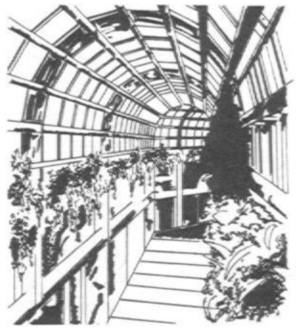
⑩ → ⑤ Sección del pasaje



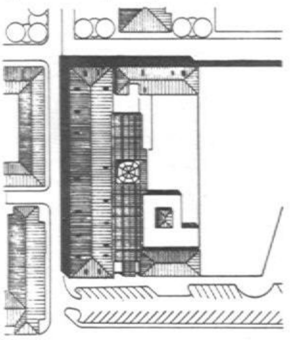
⑪ Wilhelm Passage en Wiesbaden → ⑫ – ⑬. Arq.: W. Grossner



⑫ Sección de la bóveda → ⑪ + ⑬



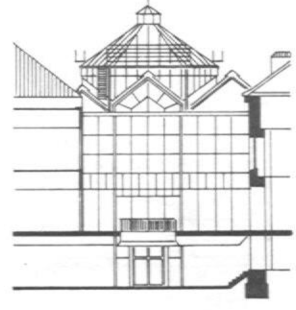
⑬ Pasaje en la calle Wilhelm de Wiesbaden → ⑪



⑭ Centro comercial «Galerie Kleiner Markt» en Saarlouis. Plano de situación → ⑮ – ⑯



⑮ Zona de entrada → ⑭ + ⑯



⑯ Centro comercial «Galerie Kleiner Markt» en Saarlouis. Sección del edificio.

CUBIERTAS TRANSPARENTES

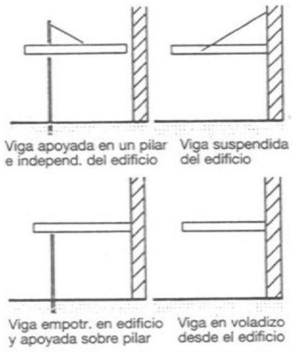
→ 🕮

En las ideas arquitectónicas del moderno urbanismo se introducen de forma creciente las grandes cubiertas transparentes. Estas, no sólo representan una protección frente a las inclemencias climáticas, sino que aportan un rasgo formal en la imagen de nuestras ciudades. Las cubiertas transparentes ofrecen mayor calidad de vida a los habitantes de las ciudades. Elevan el valor del tiempo libre, ya sea durante los paseos de compras a través de calles comerciales y centros peatonales a resguardo de las inclemencias del tiempo, o bien durante la visita de teatros al aire libre, piscinas o pistas de deportes.

Evidentemente, se ha de vigilar que no queden afectados los recorridos de emergencia de los edificios vecinos en caso de incendio y que no se empeoren las condiciones climáticas en el espacio de la calle, ni en el interior de los comercios, oficinas y restaurantes. Como material transparente de cubrición puede emplearse: láminas/pirámides transparentes de vidrio silíceo, cúpulas transparentes de vidrio acrílico, bóvedas transparentes de policarbonato o vidrio acrílico conformado, planchas onduladas de fibras sintéticas, vidrio resistente al fuego → p. 137 y ss. o vidrio moldeado (3–8 mm, radios entre 50 y 230 mm).



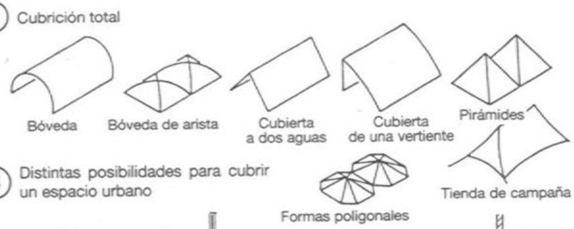
① Posibilidades de cubrición aislada



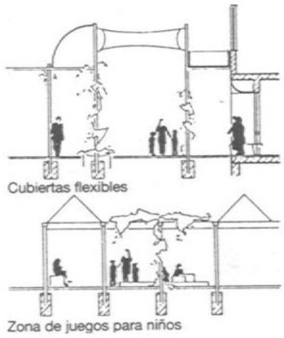
② Posibilidades de cubrición junto a un edificio



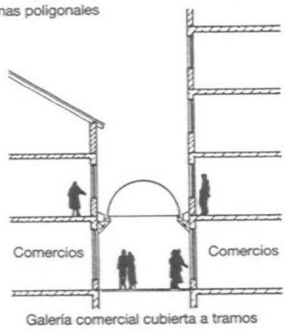
③ Cubrición total



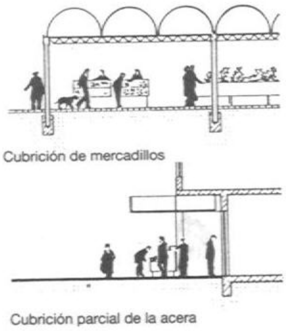
④ Distintas posibilidades para cubrir un espacio urbano



⑤ Cubiertas transparentes



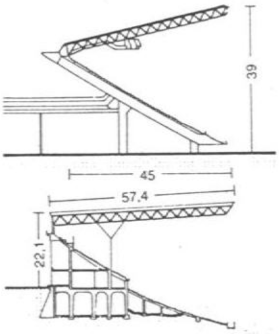
⑥ → ⑤



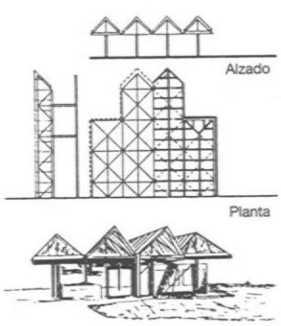
⑦ → ⑤



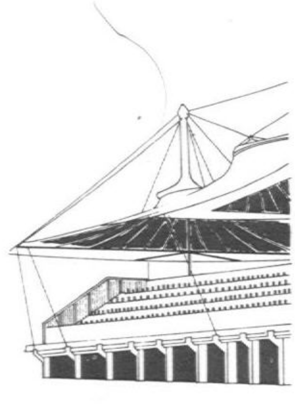
⑧ → ⑤



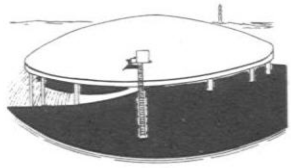
⑨ Cubiertas transparentes para estadios



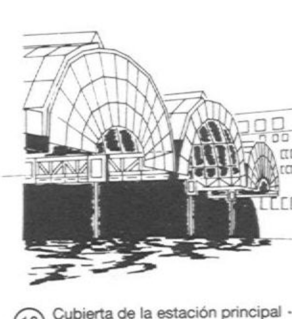
⑩ Accesos con cubiertas a dos aguas



⑪ Carpa
Tribunas en el estadio Lords de Londres



⑫ Nimes/Francia
Cubierta transparente anclada en un anillo apoyado sobre pilares de acero situados en la grada superior



⑬ Cubierta de la estación principal de Hamburgo. Proyecto: Arqs.: Graaf–Schweger y asoc., Hamburgo



⑭ Balneario en Bad Krozingen
Marquesina de la entrada



⑮ Stuttgart
Cubierta del patio de recreo de la escuela «Römer»



⑯ Jardines junto al Rin en Colonia

Las tiendas de comestibles suelen ser autoservicios. El personal sólo informa, ayuda y cobra, aunque puede haber empleados fijos en los puestos de carne, embutidos, fruta y verdura. Exponer todos los productos a la venta de forma visible. Tener en cuenta los recorridos en el interior de la tienda → ⑩ – ⑪. Junto a la entrada ha de encontrarse el depósito de cestos y carritos de compra y al final del recorrido se sitúan las cajas. Los estantes no deben colocarse por encima del alcance de la mano → ① – ⑥; estante más alto a 1,80 m y el inferior a 30 cm por encima del suelo → ④.

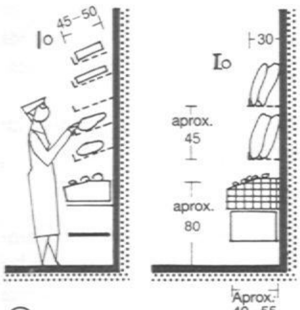


① Estantes para botellas

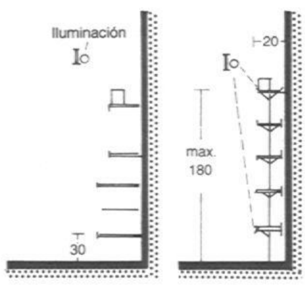
Estantería para fruta, verdura y productos sueltos a rellenar



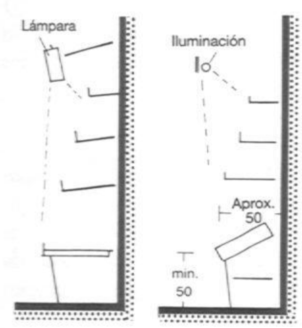
② Estantes de pared con pasillo de reposición por detrás. Los cajones se sustituyen enteros



③ Pan y bollería

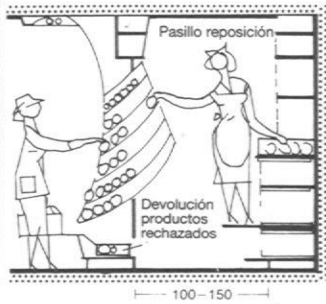


④ Estantes para productos empaquetados

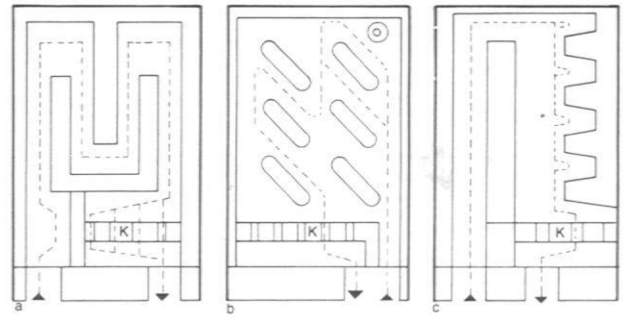


⑤ Estantes de autoservicio

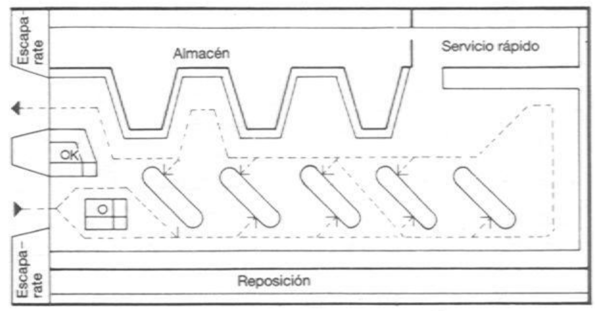
Est. autoservicio con recipientes para productos sueltos



⑥ Estantería con pasillo posterior de reposición. El cliente coloca los artículos rechazados en el compartimento de devolución



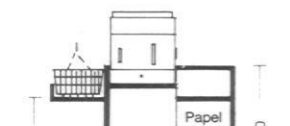
⑩ Los recorridos han de alcanzar también las esquinas, entradas separadas en a y c, agrupadas en b



⑪ Toda la tienda ha de ser bien visible, tanto para los clientes como para los cajeros. No debería obligarse al cliente a dar rodeos como ocurre en ⑩a



⑦ Anchura mínima de una tienda ≧ 4,0, mejor 5,0



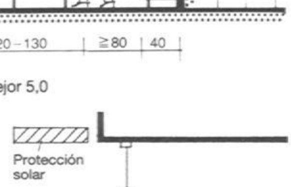
⑫ Sección de una caja



⑬ Planta de una caja con medidas mínimas



⑧ Aparador escalonado de escaparate



⑨ Aparador móvil de escaparate



⑭ Sección de los puestos de venta en un autoservicio

TIENDAS
DE COMESTIBLES



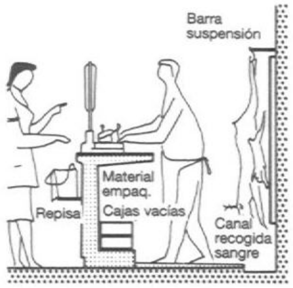
① Esquema funcional de una pescadería



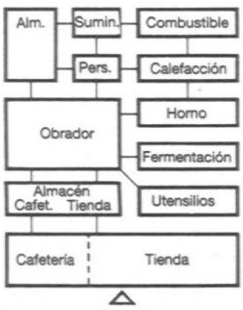
② Puesto de venta de pescado con instalación frigorífica y desagüe



③ Esquema funcional de una tienda de caza y aves



④ Mostrador macizo de mármol o con recubrimiento de azulejos



⑤ Esquema funcional de una panadería, almacén con buena ventilación, en caso necesario con extracción forzada de vahos



⑥ Puesto de venta con pantalla de separación

Pescaderías

Los pescados, por estropearse rápidamente, se han de mantener a baja temperatura. Sin embargo el pescado ahumado, a diferencia del pescado fresco, se ha de almacenar en un lugar absolutamente seco. El pescado desprende un fuerte olor, por lo que las pescaderías se han de rodear con esclusas o cortinas de aire. Suelo y paredes lavables. Prever un elevado tráfico de proveedores. En caso de ser necesario, colocar un vivero (reclamo publicitario) → ① – ②.

Carne de caza y aves

A menudo incorporada en las carnicerías. Con almacén exclusivamente para las ventas del día. Prever la colocación de una máquina de desplumar y soflamar en la zona de trabajo. Como las aves captan los olores se han de guardar por separado en la tienda y en la cámara frigorífica.

Mostrador y paredes: mármol, azulejos, mosaico, materiales lavables. Suficientes expositores frigoríficos. → ③ – ④

Fruterías y verdulerías

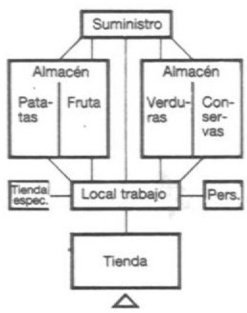
Guardar la verdura fresca en un lugar fresco pero sin refrigeración, en estado natural o preparadas para cocinar. Guardar las patatas en salas oscuras. La venta suele realizarse en las mismas cajas de suministro (cajas, cestas, bandejas, etc.). Prever una bandeja de recogida de residuos debajo del estante inferior → ⑦ – ⑧. A veces la venta de fruta y verdura se combina con la venta de flores. Los autoservicios comercializan productos preparados para cocinar en envoltorios transparentes.

Carnicerías

Proceso de trabajo: 1. Suministro, 2. Matanza, 3. Troceo, 4. Preparación, 5. Almacenamiento/refrigeración, 6. Venta → ⑩ – ⑪. Preferiblemente en una sola planta, en caso necesario vías y vagonetas, ya que los cuartos de ternera o medios cerdos pesan de 75 a 100 kg. La sala de preparación y la cámara frigorífica ocupan de 1,5 a 2 veces la superficie de la tienda.

Paredes: azulejos, mosaico, etc.

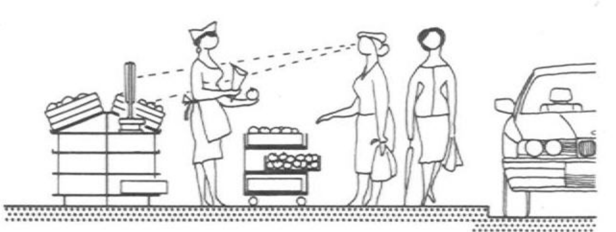
Mostrador: mármol, vidrio, cerámica.



⑦ Esquema funcional de una tienda de frutas y verduras



⑧ Puesto de venta con soporte para cajas y cestas. Chapa escurridora y bandeja de residuos



⑨ Venta ambulante en la acera con mostradores sobre ruedas, o delante de la tienda con exposición publicitaria de la mercancía



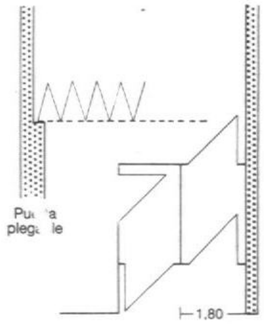
⑩ Puesto de venta con equipo para cortar carne



⑪ Mostradores más usuales para carnicerías también pescaderías → ②



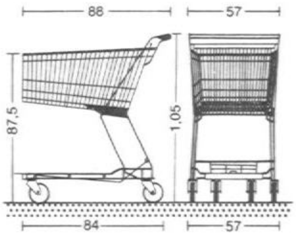
(1) Puerta corredera, altura libre: 2,20 m



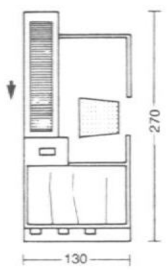
(2) Esclusa



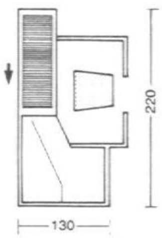
(3) Carrito de compra
Capacidad del cesto: 101, 120, 130 o 150 l



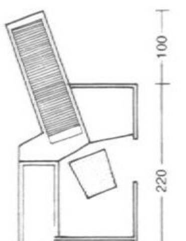
(4) Carrito de compra, carga admisible: 200 kg



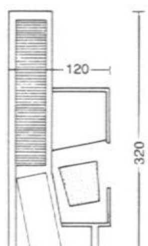
(5) Caja de un autoservicio



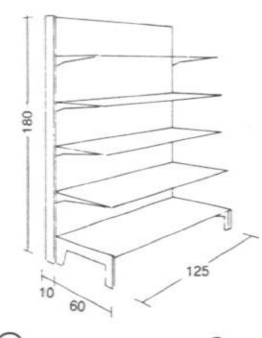
(6) Variante de → (5)



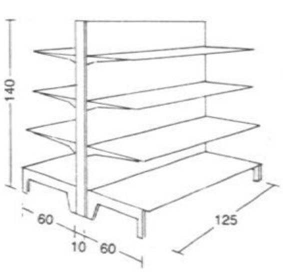
(7) Variante de → (5)



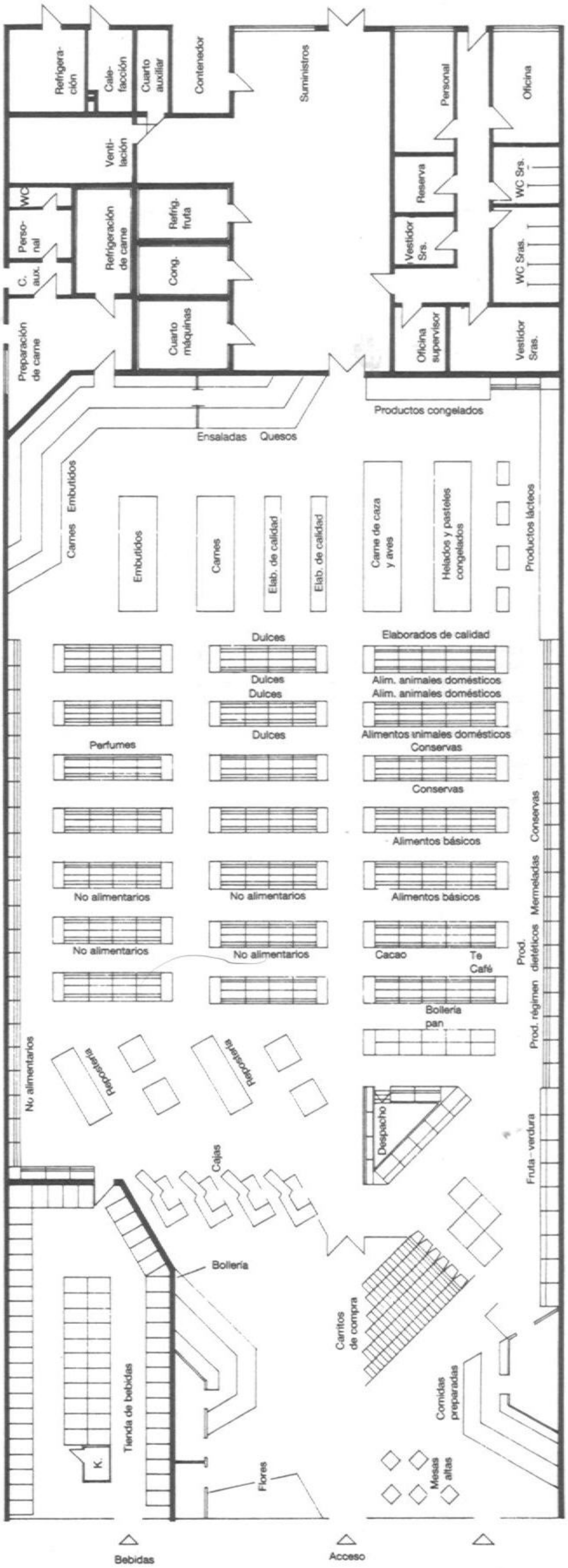
(8) Variante de → (5)



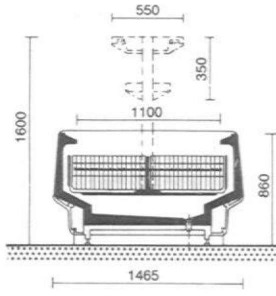
(9) Estantes en la pared → (11)



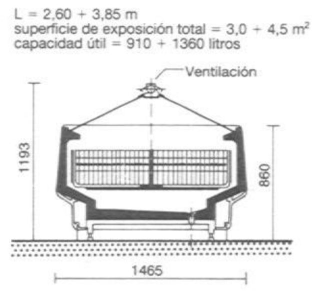
(10) Estantes aislados → (11)



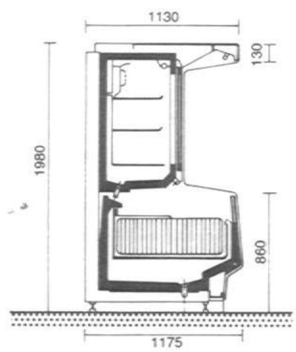
(11) Supermercado → p. 319



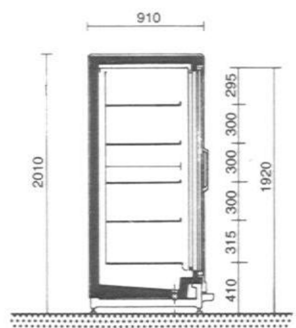
① Expositor frigorífico sin tapa



② Expositor frigorífico con tapa



③ Expositor frigorífico vertical con tapa



④ Armario frigorífico

Tiendas bajo precio «discount»: 300–500 m^2 de superficie de venta. En puntos céntricos de barrios residenciales de ciudades de tamaño grande y medio. Sin servicio, surtido limitado de alimentos, escasa proporción de productos frescos.

Autoservicios: 100–250 m^2 de superficie de venta.
En puntos secundarios de barrios residenciales de ciudades de tamaño grande o medio y en puntos céntricos de pequeñas ciudades rurales. Surtido completo de alimentos y proporción reducida de productos no alimentarios.

Automercados: 250–400 m superficie de venta.
En puntos céntricos de barrios residenciales de ciudades de tamaño grande o medio, así como en puntos céntricos de pequeñas ciudades rurales. Surtido completo de alimentos y productos no alimentarios.

Supermercados: 400–500 m^2 de superficie de venta.
En puntos céntricos de ciudades de tamaño grande o medio así como en puntos de gran afluencia de clientes. Surtido completo de alimentos y productos no alimentarios, productos de bricolaje.

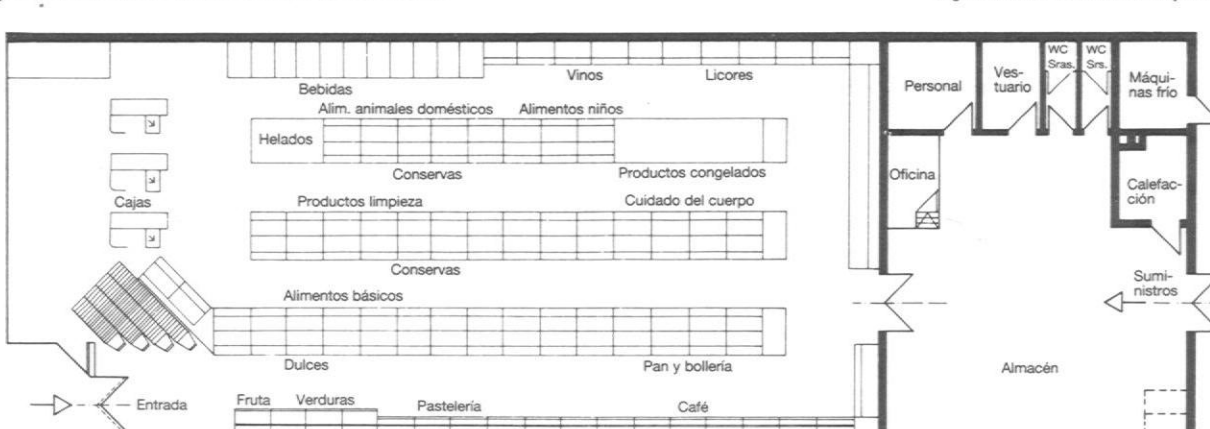
Centros de autoservicio 1500–3500 m^2 de superficie de venta.
Combinación entre supermercado de alimentos y tienda de productos de consumo en centros y ciudades medias. Surtido completo de alimentos; surtido de productos de consumo.

Hipermercados a partir de 5000 m^2 de superficie de venta.
En sitios de gran accesibilidad situados en la cercanía de una gran ciudad, junto a autopistas y en puntos de influencia suprarregionales. Suficientes plazas de aparcamiento. Surtido equivalente a los grandes centros de autoservicio. Además: restaurante, gasolinera y pequeños comercios especializados.

Características más importantes	Hasta 399 m^2	400–499 m^2	500–599 m^2	600–799 m^2	800–999 m^2	1000–1499 m^2
1. Número de empleados necesarios	10,6	12,9	15,3	17,7	22,1	30,2
a jornada completa	7–14	10–16	12–18	16–20	18–25	25–33
2. Sección carne fresca y embutidos	22	21	20	19	18	17
a) % de ventas	19–28	20–32	20–28	17–25	16–24	14,5–24
b) longitud de mostrador en m	6,50	7,60	8,75	9,08	9,75	11,75
	6–7	7–8,2	7,5–9	7,5–10,5	9–10,5	10–13,5
c) Sala de preparación en m^3	14	19	24	26	30	36
	8–20	13–25	18–30	20–32	23–38	23–50
d) Cámara frigorífica en m^3	11	13,5	15	15	22	25
	7–15	9–18	10–20	10–20	14–30	16–35
3. Sección prod. lácteos y grasas	6,75	8,00	8,75	10,25	11,25	15,70
a) expositor frigorífico en ml	6,3–7,3	6,5–9,5	7,5–11	9–12	10–13,5	12–18,5
b) cámara frigorífica en m^2	6,00	7,60	10,00	12,0	13,0	15,0
	4–8	5–10,5	8–12	8–15,5	8–18	10–20
4. Expositor de congelados	5,50	6,10	7,50	8,75	10,10	13,50
a) isleta normal en m	5–6	5,5–7,0	6,5–8,5	7,5–10	7,5–12	12–15
b) isleta de mayor anchura en m	3,85	4,10	5,50	6,75	7,75	8,75
	2,6–4,6	3–5	4–7	4–7,5	5,5–10	6–10
c) Armarios en m	2,40	2,75	3,60	4,40	5,80	6,60
	2,3–2,5	2,3–3,2	3,2–4	4–4,8	5–6,5	5,5–8
d) Cámara de congelados en m^2	2,4	3,25	5,0	5,75	8,25	8,5
	2–2,8	2–4,5	4–6	4–7,5	6–10,5	6–11
5. Estantería de frutas y verduras	6,5	7,5	7,5	8,75	10,00	10,75
(con 2 estantes) en m	5–8	6,5–8,5	7–8	7–10,5	8–12	9–12,5
6. Número de cajas	2,5	2,9	3,4	3,9	4,9	6,3
– a la salida	2–3	2–3	3–4	3–4	4–5	6–7
– en las secciones	0,2	0,3	0,4	0,4	1,3	1,3
	0–1	0–1	0–1	0–1	1–2	1–2
7. Número de carritos de compra	85	105	120	150	180	240
	70–100	85–130	100–160	100–200	150–220	200–300

⑤ Datos previos para proyectar autoservicios y supermercados

1) Aclaración: primera cifra: valores promedio
segundas cifras: valores máximo y mínimo



⑥ Tienda tipo «discount» (bajo precio), superficie de venta: 300–500 m^2

TIENDAS

→ 📖

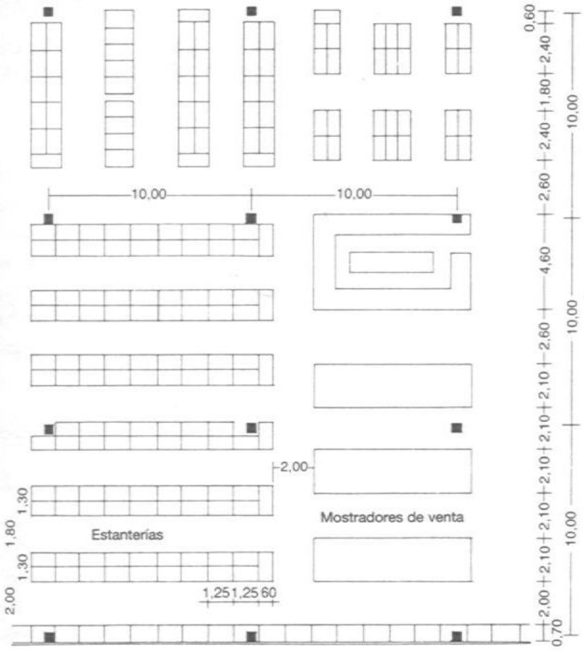
Al construir tiendas se ha de tener en cuenta la legislación específica: ordenanzas locales de construcción, normativa comercial, normas de sanidad, normas contra incendios, directrices de las compañías aseguradoras, etc.

Medidas básicas: altura de las superficies de venta y de los almacenes:

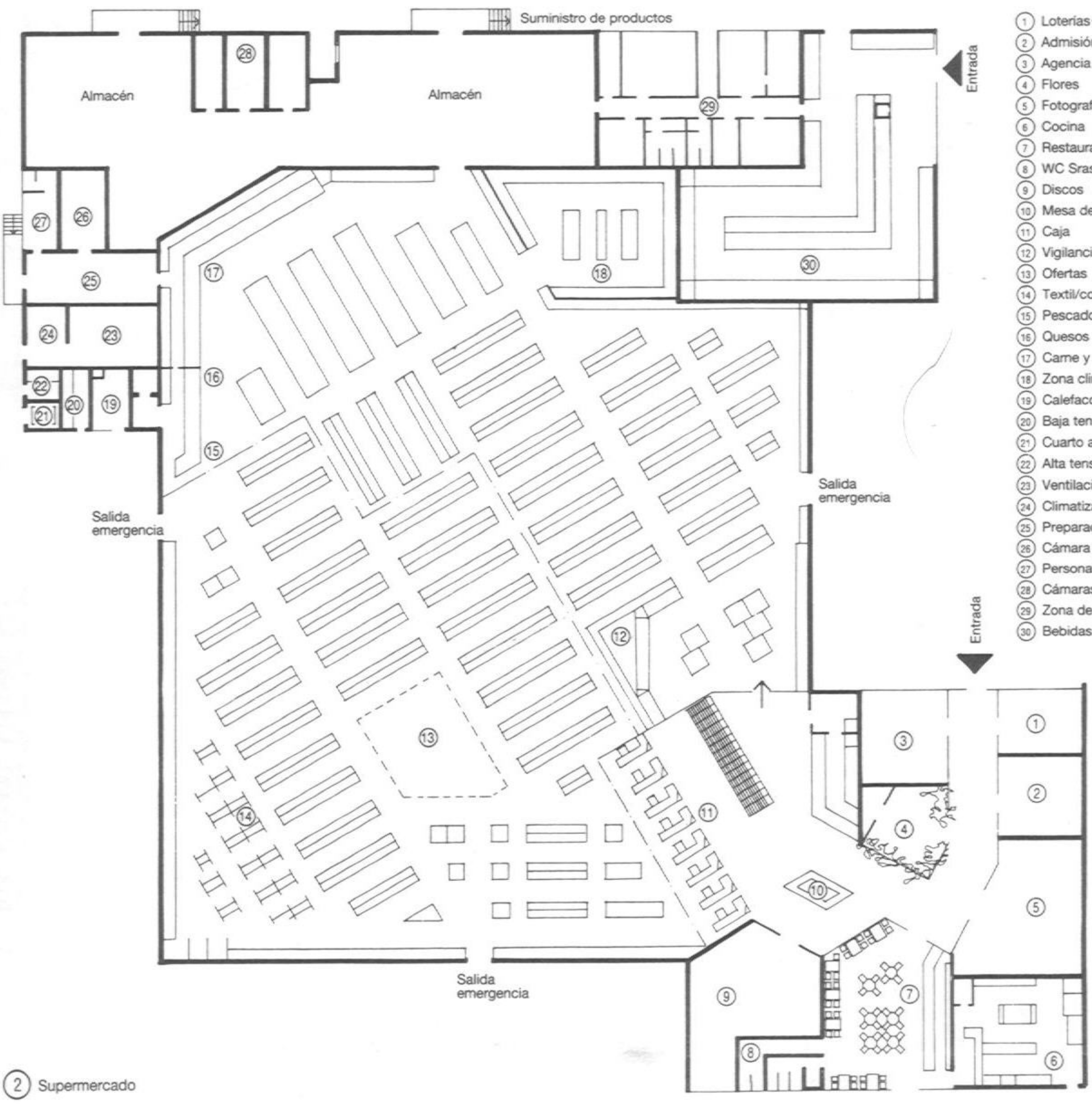
hasta 400 m^2 de superficie de venta = 3,00 m de altura libre
más de 400 m^2 de superficie de venta = 3,30 m de altura libre
más de 1.500 m^2 de superficie de venta = 3,50 m de altura libre

Los conductos de aire acondicionado o cualquier otro elemento no pueden disminuir la altura libre prescrita. A ser posible, cubrir luces de hasta 25 m sin colocar pilares intermedios. Los forjados han de poder soportar las cargas adicionales debidas a las luminarias, falso techo, elementos decorativos, conductos de instalaciones, rociadores, etc. (aprox. 20 kp/m^2). Resistencia del suelo en las superficies de venta y almacenes: 750–1000 kp/m^2 2000 kp/m^2 en la rampa de acceso. Pavimento de la superficie de venta, almacén, suministro y rampa al mismo nivel. Rampa de entrada de materiales altura 1,10–1,20 m por encima del terreno.

La posición de los expositores es el resultado de intentar que el recorrido realizado por los clientes pase por delante de todos los grupos de productos puestos a la venta → ①–②.



① Medidas de las estanterías y mostradores de venta, retícula estructural de 10 × 10 m



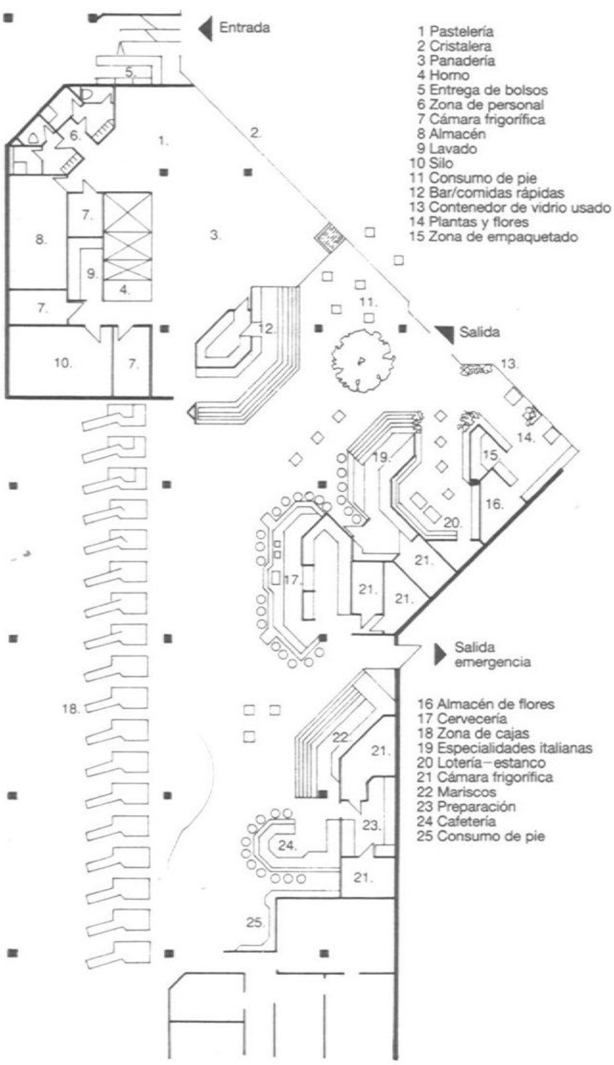
① Loterías–revistas
② Admisión limpieza
③ Agencia viajes
④ Flores
⑤ Fotografía
⑥ Cocina
⑦ Restaurante
⑧ WC Sras./Srs.
⑨ Discos
⑩ Mesa de empaquetar
⑪ Caja
⑫ Vigilancia
⑬ Ofertas
⑭ Textil/confección
⑮ Pescado
⑯ Quesos
⑰ Carne y embutidos
⑱ Zona climatizada
⑲ Calefacción
⑳ Baja tensión
㉑ Cuarto auxiliar
㉒ Alta tensión
㉓ Ventilación
㉔ Climatización
㉕ Preparación de carne
㉖ Cámara frigorífica carne
㉗ Personal
㉘ Cámaras frigoríficas
㉙ Zona de personal
㉚ Bebidas

② Supermercado

TIENDAS

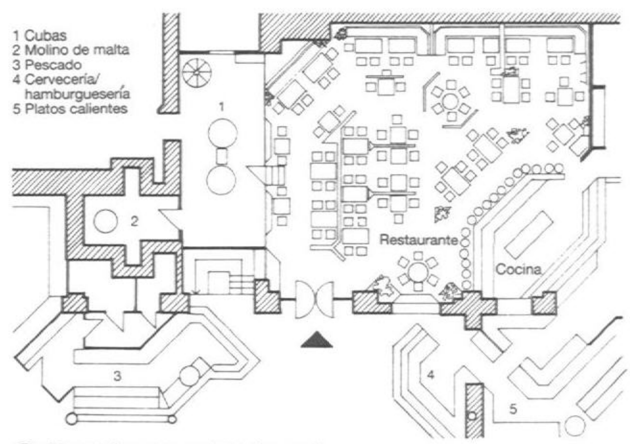
VESTÍBULO DE ACCESO, ZONA DE CAJAS Y CENTRO DE PRODUCTOS FRESCOS (MERCADOS)

Compra impulsiva de consumo inmediato o para llevarse.
Impulso de compra:
Estimular los sentidos, exposición sugestiva, estilo de vida, calidad de vida, comodidad para el ama de casa que trabaja. Productos precocinados, calientes o para calentar = *fast food*. No autoservicio = libertad movimientos. *Shop in shop*. Multiplicidad de ideas, concentración, comercios más pequeños. Almacén para las ventas de un día. Suministro generalmente por la mañana, oferta de productos frescos. Lavabos mínimos para los clientes. Lavabos para el personal.
Surtido:
Panadería, sólo venta: 40–80 m^2; con consumo in situ: 80–120 m^2.
Charcutería, sólo venta: 40–80 m^2; con consumo in situ: 80–120 m^2. Cafetería y pastelería, sólo venta: 40–80 m^2; con consumo in situ: a partir de 220 m^2. Pescadería, sólo venta: 40–80 m^2; con consumo in situ: 80–120 m^2. Productos frescos y consumo en el supermercado como complemento a partir de 600 m^2 en la zona situada delante de las cajas → (1). Fruta, verdura, flores, bebidas, vino, cava, elaborados de calidad, tapas.
Adicional: pizzas, filetes de carne, cerveza de barril, etc. → (3).



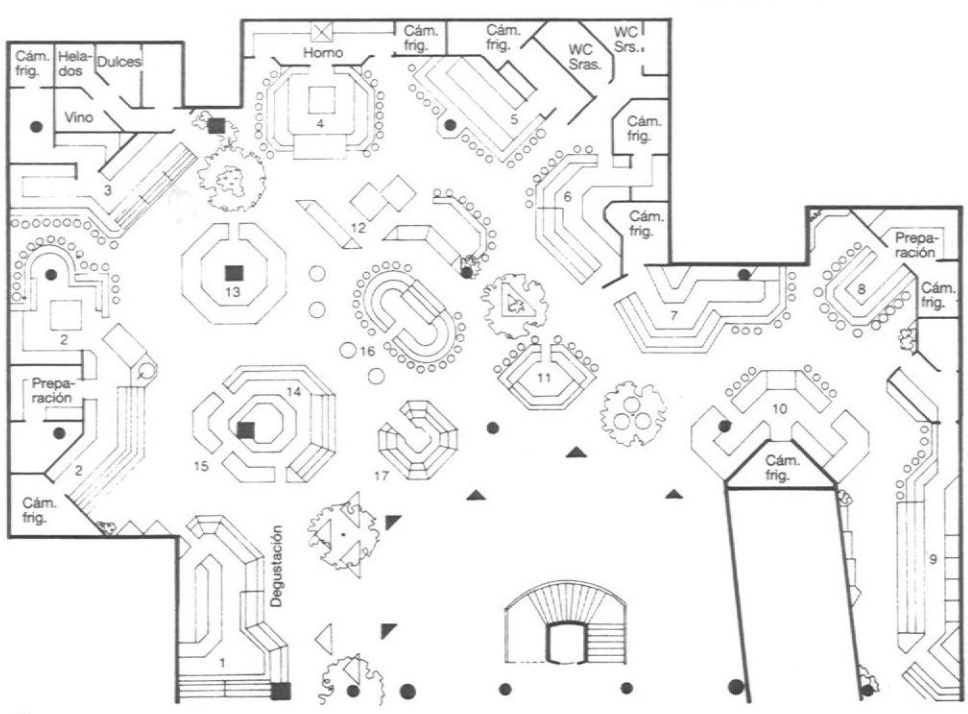
(1) Zona delante de las cajas

Arqs.: Maier y Pistor



(3) Cervecería y restaurante en el mercado de productos frescos

Proyecto: Maier y Pistor



Zona	Superficie: (incl. cuartos auxiliares)
1 Panadería con consumo	aprox. 64 m^2
2 Charcutería con degustación y cerveza a presión	aprox. 89 m^2
3 Especialidades bávaras	aprox. 50 m^2
4 Especialidades italianas	aprox. 54 m^2
5 Especialidades japonesas	aprox. 43 m^2
6 Especialidades de pescado	aprox. 43 m^2
7 Especialidades de queso	aprox. 45 m^2
8 Especialidades mejicanas	aprox. 46 m^2
9 Especialidades en jamón y embutidos	aprox. 68 m^2
10 Fruta/ensaladas/zumos	aprox. 42 m^2
11 Helados y cafés	aprox. 20 m^2
12 Venta de vino y degustación	aprox. 28 m^2
13 Dulces	aprox. 35 m^2
14 Tostador de café	aprox. 28 m^2
15 Venta de te	aprox. 23 m^2
16 Venta de champaña y productos alta elaboración	aprox. 21 m^2
17 Venta de chocolate	aprox. 25 m^2
en total	aprox. 724 m^2
Superficie de circulación y lavabos	aprox. 95 m^2

Proyecto: Maier y Pistor

(2) Mercado de productos frescos; estación central de Hamburgo

GRANDES MATADEROS Y ALMACENES

→ 📖

En los **mataderos**, los animales se han de alojar en establos modernos, donde puedan ser alimentados y restablecerse adecuadamente, pues esto influye en la calidad de la carne, igual que una muerte digna, sin dolor, bajo los efectos de una anestesia, pues esto garantiza el desangrado completo y con ello la conservabilidad y el buen aspecto de la carne.

Los mataderos de tamaño mediano combinan la posibilidad de realizar ellos mismos la matanza de los animales o bien los propios dueños de las tiendas. En los grandes mataderos predomina la primera opción. Separación estricta entre zona limpia y zona sucia, sobre todo en las instalaciones sanitarias.

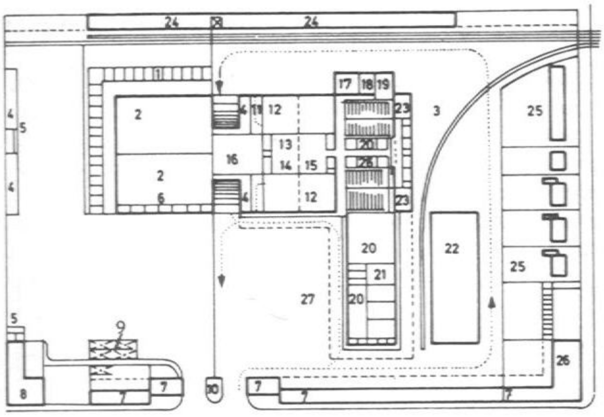
→ ② – ⑤. Construcción basada en una retícula de 15,5 × 15,5 m desarrollada a partir de la disposición de las estanterías del almacén central de alimentos y teniendo en cuenta las anchuras de trabajo de los contenedores → p. 323. Palets en estanterías de hasta 5 estantes superpuestos. En los dos estantes inferiores se colocan los palets preparados para el envío a las sucursales y en los tres superiores los productos de reserva.

Esta retícula se mantiene también en las demás zonas de la carnicería = 2 × 3 módulos y en zona de administración, con las correspondientes posibilidades de ampliación con la misma retícula.

A la **carnicería** llegan mitades de cerdo y cuartos de ternera desde el matadero, que se han de preparar y dejar listos para la venta o convertir en embutidos. Además se necesita una **cámara de congelación** para las aves y una **cámara frigorífica de grasas** para la mantequilla y la margarina.

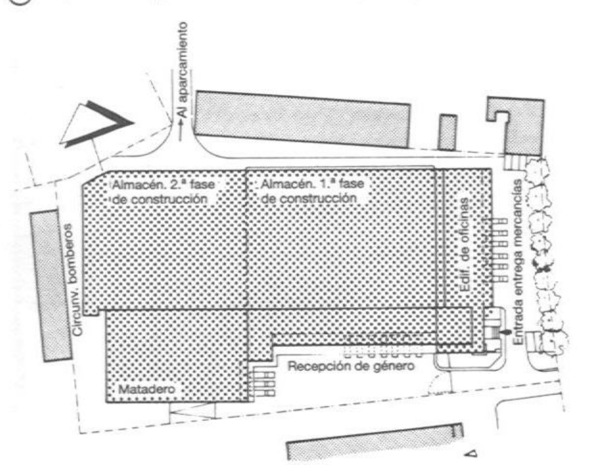
Una planta incineradora de basuras contribuye, junto a la calefacción de gas–oil, a calentar el edificio en invierno y a climatizar en verano las oficinas y la carnicería → ⑤.

Las salas de matadero, fabricación y ventas tienen por norma una altura ≧ 3 m → ③, mataderos para grandes animales ≧ 4,50 m. Las ventanas del matadero han de estar lo suficientemente altas para que los niños no puedan ver el interior. Paredes alicatadas como mínimo hasta 2 m de altura.



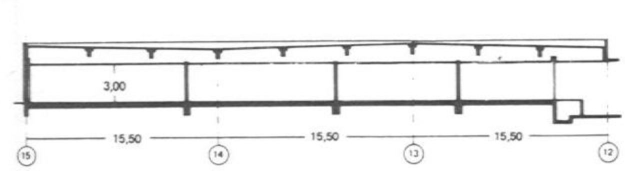
1 Muelles descarga
2 Nave de mercado
3 Vía de ferrocarril
4 Establos
5 Ferment. en cal.
6 Salas de personal y herramientas
7 Administración
8 Pruebas sanidad
9 Desinfección
10 Conserje
11 Sala desangr.
12 Nave de matadero
13 Anál. triquinas
14 Veterinarios
15 Tripería
16 Patio
17 Central calef.
18 Taller
19 Sala máq.
20 Cámara frig.
21 Cámara de cong. y alm.
22 Almacenaje frío
23 Personal
24 Silo de huesos
25 Vivienda del personal serv.
26 Rest.–jardín
27 Recogida a cubierto

① Esquema de un gran matadero con establos para el ganado

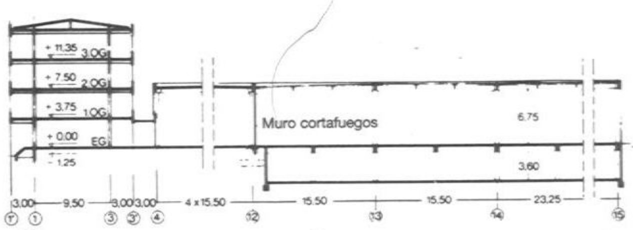


② Plano de situación de una industria cárnica en Berlín–Mariendorf

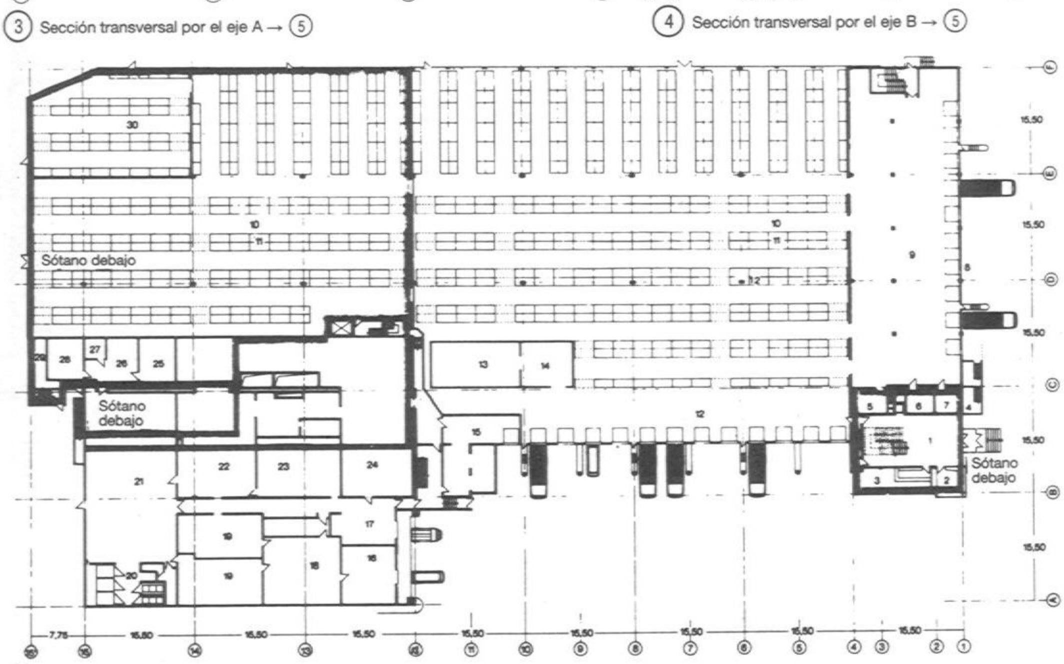
Arq.: Neufert



③ Sección transversal por el eje A → ⑤



④ Sección transversal por el eje B → ⑤



1 Vestíbulo entrada
2 Recepción
3 Contabilidad
4 Montac. cubos basura
5 Despacho encargado
6 Devoluciones
7 Tolva desperdicios
8 Puertas arrollables
9 Entrega mercancías
10 Zona de almacenes
11 Estanterías almacenaje
12 Recepción mercancías
13 Cám. refrig. 25°C
14 Cám. frigorífica
15 Cont. lavadora
16 Puesta a punto de la mercancía
17 Recepción
18 Expedición
19 Cám. frigorífica
20 Cám. de ahumado
21 Salchichería
22 Cámara descongelación
23 Cám. frig. carne
24 Cám. frig. grasas
25 Cámara salazón
26 Cám. frig. producción
27 Tripas
28 Cám. congelación
29 Especias
30 Almacén de sprays

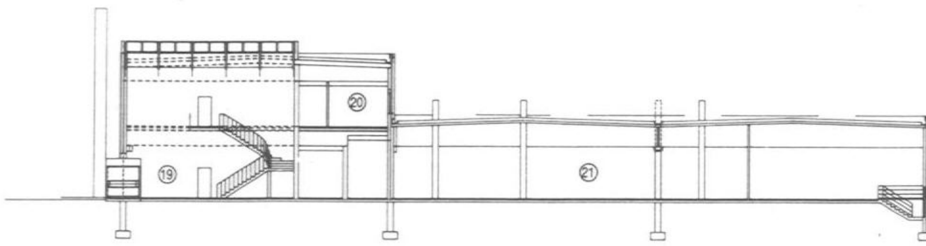
⑤ Planta baja de una industria cárnica en Berlín–Mariendorf. E 1:200

Arq.: Neufert, construcción 1970–74

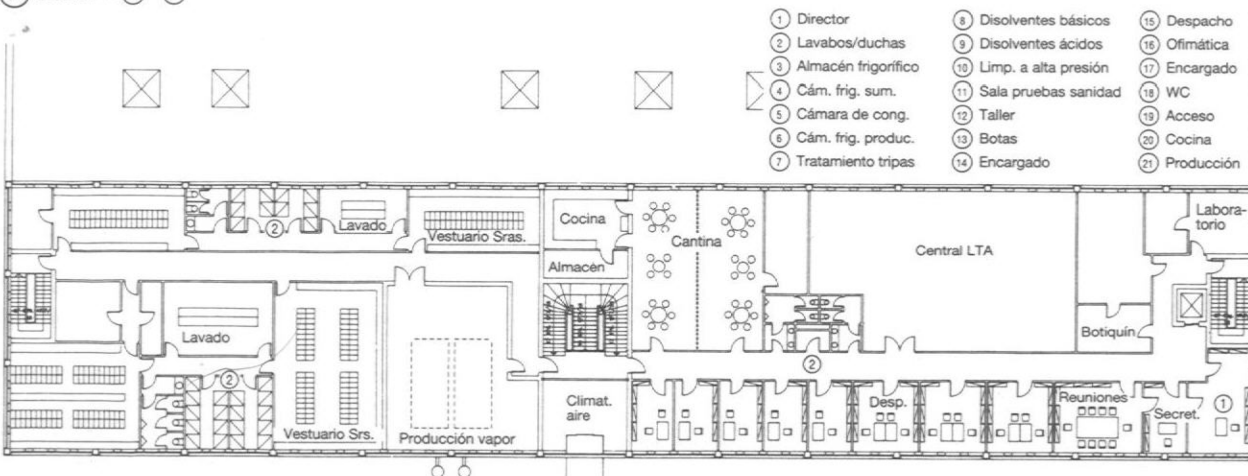
CENTRO CÁRNICO

Edificio de producción: el producto suministrado llega en forma de medios cerdos, cuartos de ternera y similares. En una sala de planta baja → ③ de unos 4500 m², se fabrican salchichas, jamón y demás embutidos. Despachos, laboratorios, cantina, cocina, vestuarios y lavabos en la primera planta → ②. Producción diaria: aprox. 25 t.

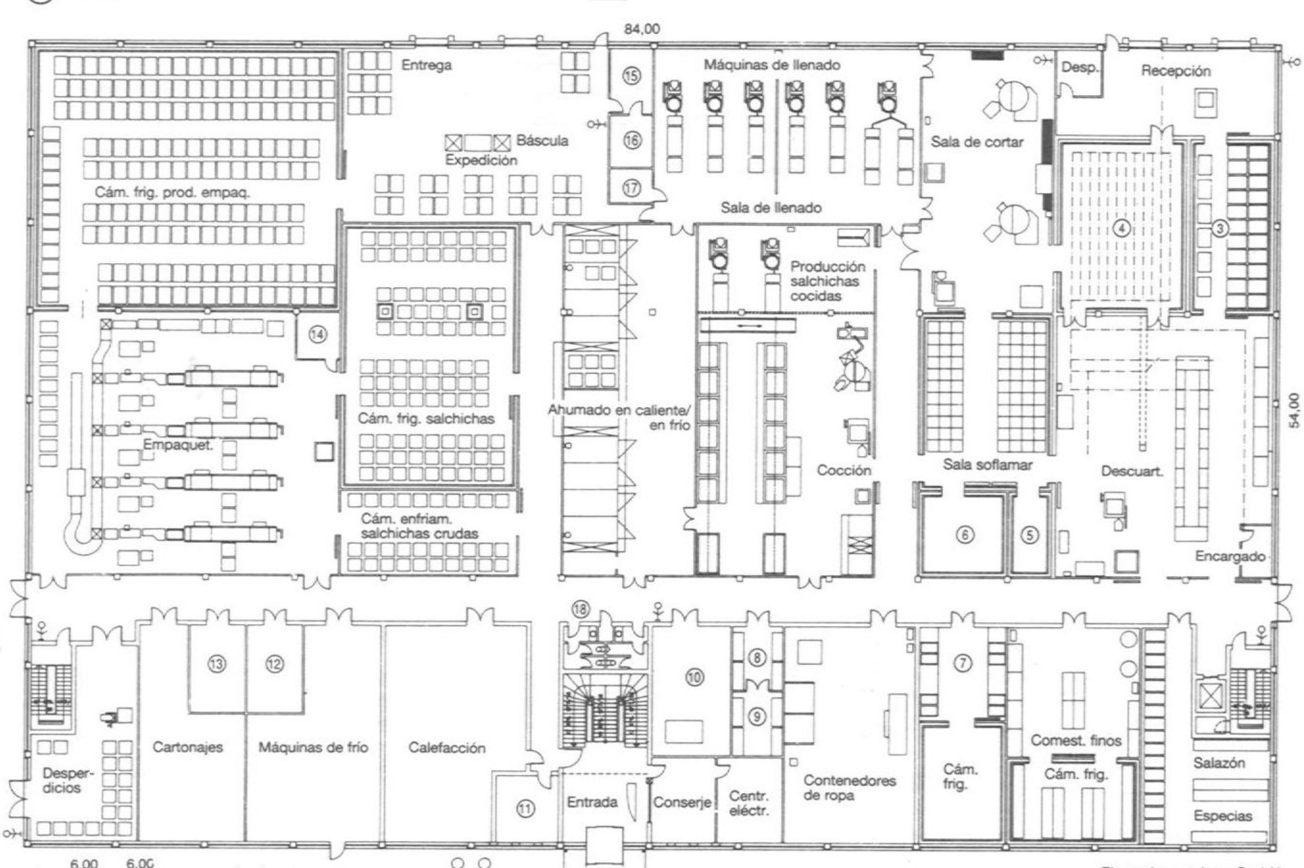
En el edificio se han de situar varios grupos de salas con diferente temperatura ambiente. Sala de reposo, oficinas, WC: 20°C; salas de producción: 18°C; salas climatizadas: 14–18°C; salas refrigeradas: 10–12°C; cámaras frigoríficas: 0–8°C; cámaras de congelación: –20°C.
Numerosos requisitos respecto a la construcción y tipo de materiales.



① Sección → ② – ③



② Planta piso



③ Centro cárnico en Thüringen, planta baja

Electroinvest Jena GmbH
ZPN Rhinstr., 149 Berlín
Planungs AG Neufert, Mittmann, Graf. Colonia

ALMACENAMIENTO EN ALTURA

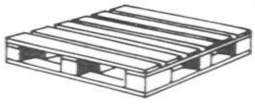
→ 🕮

Los almacenes de gran altura han modificado las actuales técnicas de almacenaje, al introducir desde las máquinas elevadoras hasta los sistemas automáticos de almacenaje controlados por computadora. Muchos fabricantes de ascensores y estibadoras de horquilla suministran diferentes sistemas, adaptados a los deseos y necesidades de cada caso particular, para mejorar la capacidad de almacenaje y la velocidad de carga y descarga. La capacidad de almacenaje depende de la altura y densidad de apilamiento.

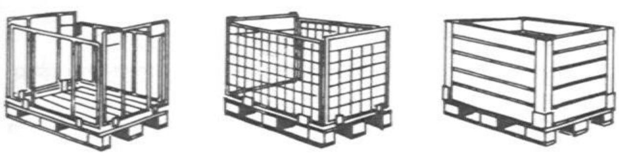
Los medios de transporte más usuales son: las estibadoras de horquilla → ⑫, estibadoras de estantería → ⑭ y grúas apiladoras → ⑬, operan generalmente en todo el recinto del almacén sin necesidad de vigilancia y mediante mandos a distancia.



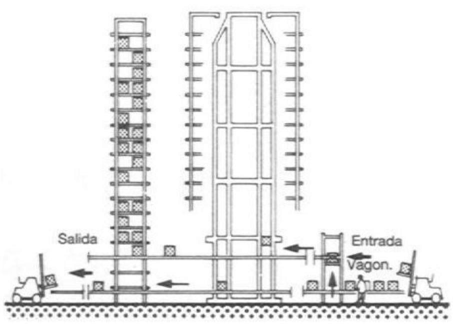
(1) Plataforma de carga DIN 15132



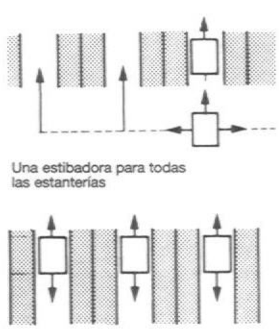
(2) Palet plano DIN 15141
80/120 100/120



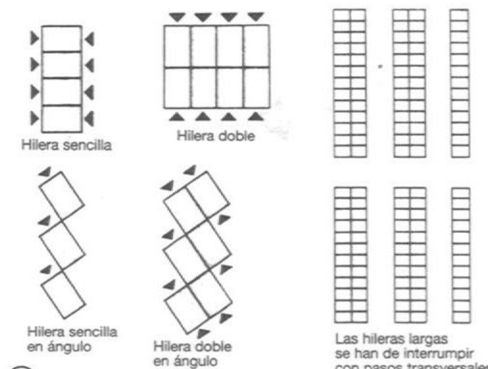
(3) – (5) Contenedores apilables



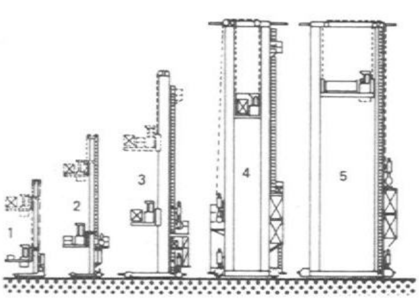
(6) Sistema de almacenaje controlado por computadora



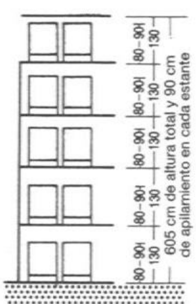
(7) Una estibadora de estantería en cada pasillo



(8) Sistemas de apilar palets



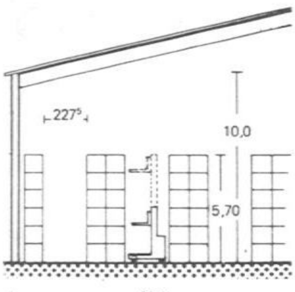
(9) Aparatos elevadores para estanterías



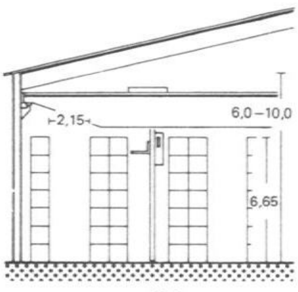
(10) Altura total de almacenamiento

Tipo	1				2		3								4	5
Alt. estándar (m) / Carga útil (daN) (daN = kp) 1000 / 500 / 300 / 200	8 (300)	8 (200)	15 (300)	15 (200)	15 (500)	15 (500)	10	10	15	15	20	20	30	30	40	40
Carga útil máx. (daN)	300	200	300	200	500	500	1500								1500	3000
Ancho pasillo mín–máx (mm)	950–1200				1050–1400		1250–1800								1400–1800	1500–2000
Vel. de marcha máx.: (m/min)	80				125		160								160	160
Vel. de elevación máx.: (m/min)	12				25		32								40	40
Vel. de estiba máx.: (m/min)		25		25		32	32								32	32
Med. carga Palet		•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Envío manual	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Maniobra automát.						•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aparato desplazable	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

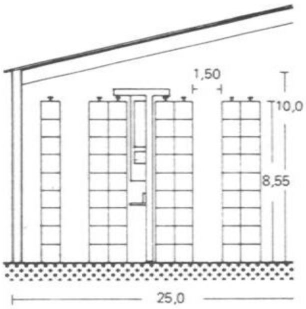
(11) Rendimiento de los medios de transporte → (9)



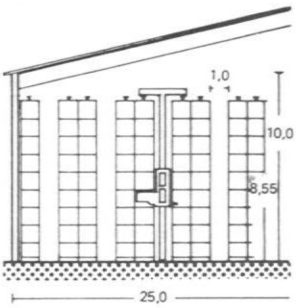
(12) Aprovechamiento del espacio con almacenaje mediante estibadora de horquilla



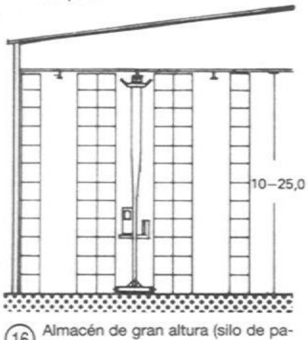
(13) Con grúa apiladora



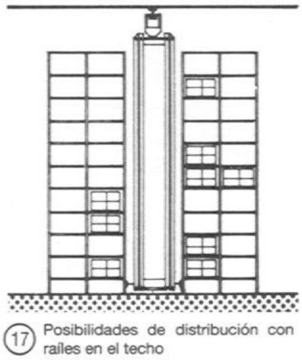
(14) Con elevador de estantería y mástil deslizante



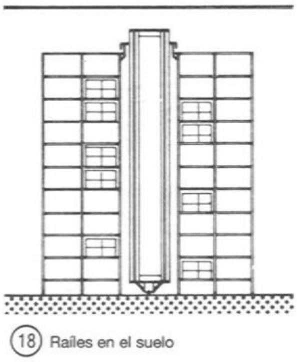
(15) Con elevador de estantería y horquilla deslizante



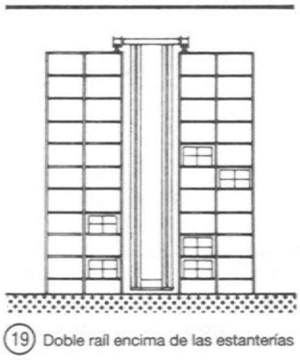
(16) Almacén de gran altura (silo de palets)



(17) Posibilidades de distribución con raíles en el techo



(18) Raíles en el suelo



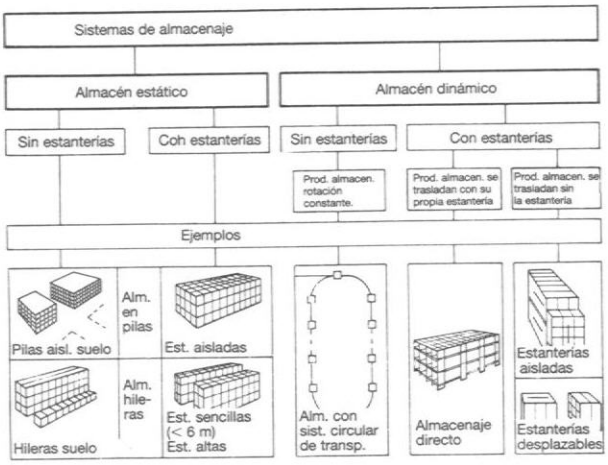
(19) Doble rail encima de las estanterías

TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO

PLANIFICACIÓN/LOGÍSTICA → 📖

Antes de proyectar y decidir un determinado sistema de almacenaje, hay que reflexionar sobre los **materiales almacenados** y el **flujo de productos**. Es necesaria una relación adecuada entre las perspectivas comerciales y el punto de vista formal–proyectual.

La aplicabilidad de distintos sistemas de almacenaje depende de las siguientes decisiones:
– Almacenamiento centralizado o descentralizado
– Capacidad de tránsito del correspondiente sistema de almacenamiento
– Organización interna del almacén con un método operativo a largo plazo
– Relación entre sistema de almacenamiento y medios de transporte.



(1) Clasificación de los sistemas de almacenaje

Almacenaje

Centralizado
- Menor capital inmovilizado
- Mayor facilidad de control
- Buen aprovechamiento del espacio
- Menor disponibilidad de reservas
- Mayor equipamiento
- Menor coste de personal
- Mayores posibilidades de automatización

Descentraliz.
- Menores costes de transporte
- Recorridos más cortos
- Mayor adaptación a los edificios
- Equipamiento más especializado
- Mayor rapidez de servicio

(2) Ventajas del almacenaje centralizado y descentralizado

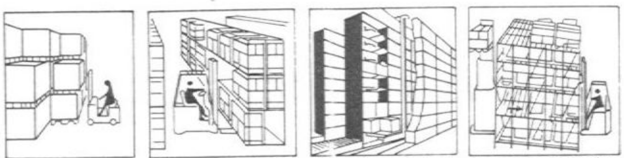


Sistema de envío:
Puesta a punto estática
Transporte unidimensional
Extracción manual
Entrega descentralizada

Sistema de envío:
Puesta a punto dinámica
Transporte unidimensional
Extracción manual
Entrega centralizada

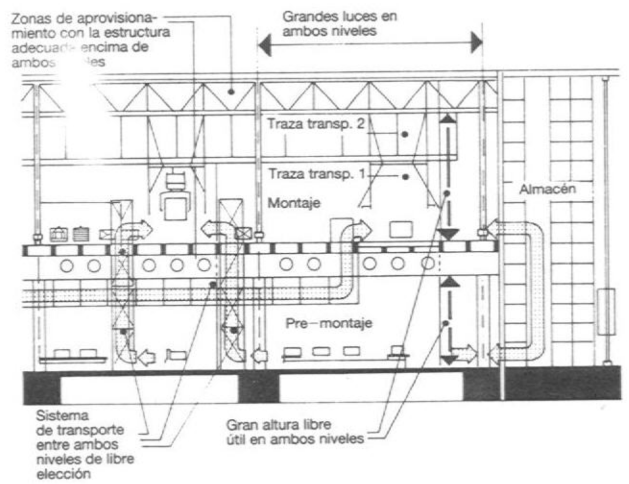
Sistema de envío:
Puesta a punto dinámica
Transporte bidimensional
Extracción manual
Entrega descentralizada

(3) Soluciones alternativas para el envío

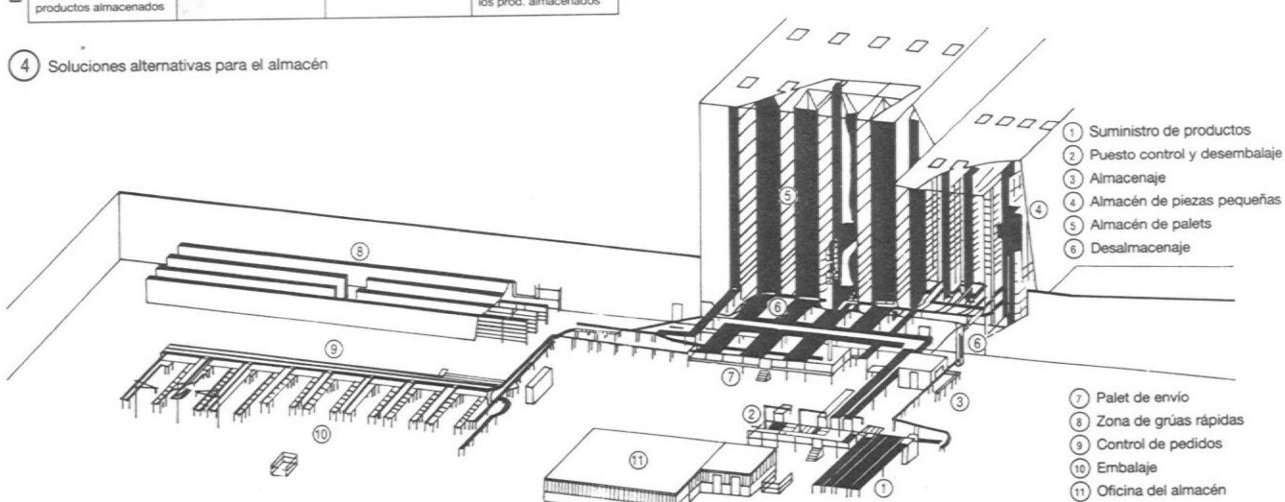


	Alm. de módulos	Alm. de gran altura	Almacén con estant. de gran altura	Alm. con estanterías pasantes
Apropiadas	Grandes existencias. productos apilables por artículo Almacenaje intermedio	Gran frecuencia de movimiento	Gran surtido de productos pequeños Funcionamiento automático	Pequeño surtido de productos medianos Grandes existencias por artículo Gran intercambio
Ventajas	Reducidos costos de instalación Elevado grado de aprovechamiento del espacio (80%)	Costes de inversión medios Buena accesibilidad Universabilidad	Buen acceso a cada producto Buen aprovechamiento del espacio (60%) FIFO mediante organización	FIFO garantiza la buena accesibilidad a cada artículo Elevado aprovechamiento del espacio (65%)
Desventajas	Ningún FIFO No hay acceso directo a todos los palets Apenas automatizable Caduca al cambiar la estructura de los productos almacenados	FIFO sólo condicionado Escaso aprovechamiento del espacio (aprox. 45%) Requiere mucho personal	Edificación específica Elevados costes de inversión	Elevados costes de inversión Elevados requisitos tecnológicos Caduca al cambiar la estructura de los prod. almacenados

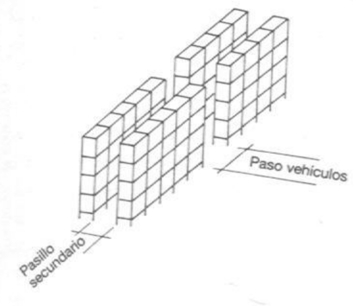
(4) Soluciones alternativas para el almacén



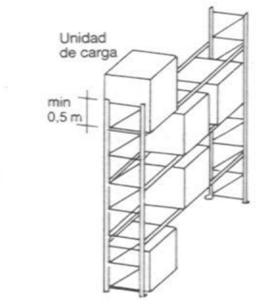
(5) Ejemplo de un almacén de producción integrado en el montaje



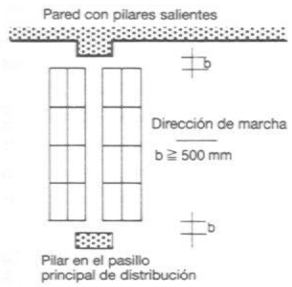
(6) Relaciones funcionales en un centro de piezas de recambio



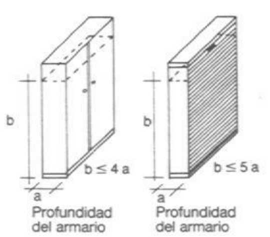
① Anchura mínima de los pasillos entre las estanterías de carga y descarga manual



② Ejemplo de una manera de asegurar las estanterías contra la caída lateral



③ Separación a la pared de las estanterías y armarios accesibles con vehículo



④ Relación entre la altura y la profundidad de los armarios

Disposiciones de seguridad

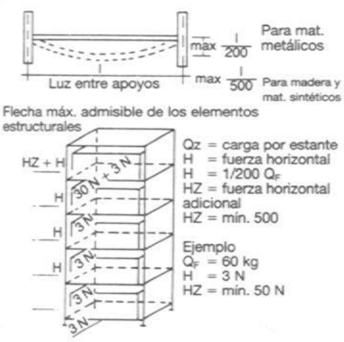
Almacenes de estanterías altas

Al decidirse por un almacén de estanterías de gran altura se ha de reflexionar sobre la estructura, el montaje y el desarrollo interno de los trabajos. Las estanterías de más de 12 m de altura requieren una autorización especial y han de satisfacer las normas sobre seguridad de bienes materiales (RAL–RG 614) y las directrices laborales ZH 1/428.

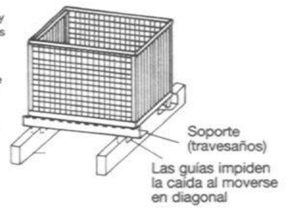
Protección contra incendios

La normativa exige que las naves y demás locales o edificios destinados a almacenaje cumplan las siguientes disposiciones:

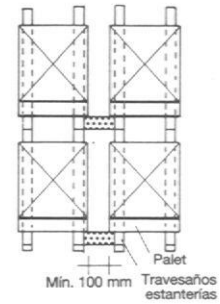
- Los recorridos de emergencia hasta el exterior o a una escalera contra incendios han de tener 35 m de longitud como máximo.
- Los sectores independientes no deberían tener una superficie mayor a 2000–3000 m².
- Han de existir instalaciones complementarias de extracción de humos y calor, además de medios para apagar un incendio.
- Sistema de apagado automático de fuegos en los almacenes de productos combustibles.
- La estructura debe tener suficiente resistencia al fuego (F30–F90).



⑤ Sobrecarga admisible en las estanterías



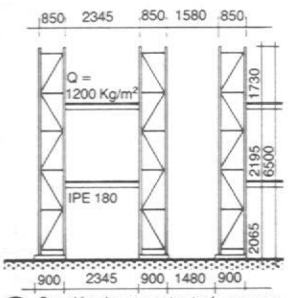
⑥ Soportes para palets de contenedores de enrejado metálico



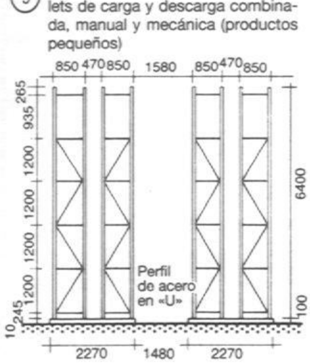
⑦ Arriostramiento de las estanterías de palets



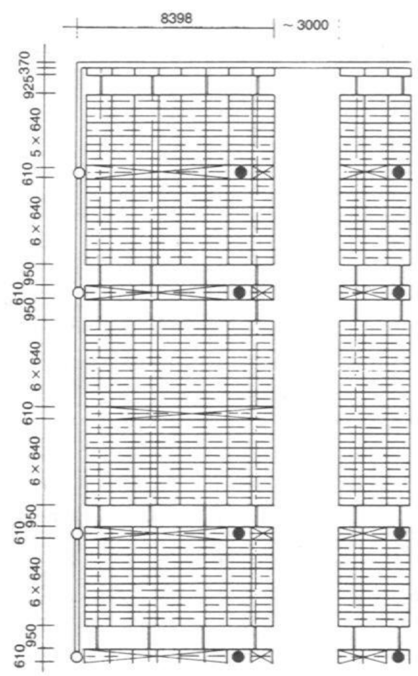
⑧ Ejemplo de un lugar de descarga incorporado



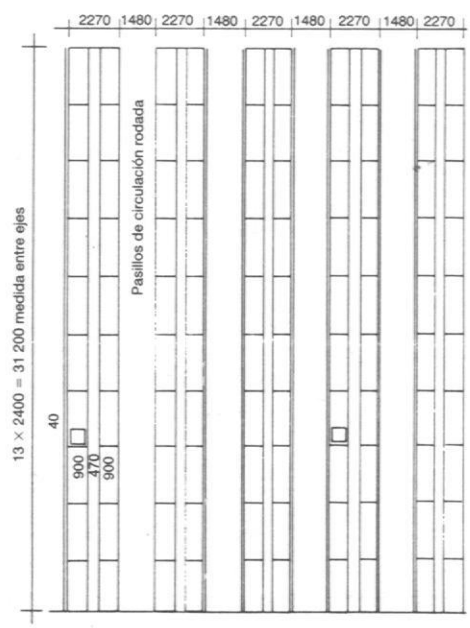
⑨ Sección de una estantería para palets de carga y descarga combinada, manual y mecánica (productos pequeños)



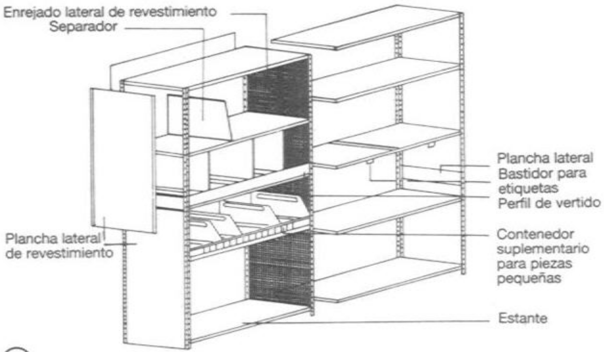
⑩ Sección de una estantería para palets con guías para los aparatos elevadores



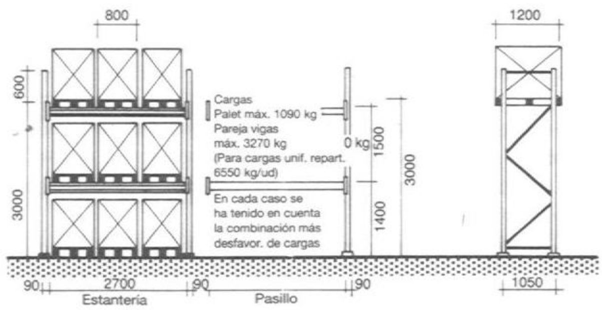
⑪ Planta de un almacén con estanterías móviles de archivo. Patente Mauser



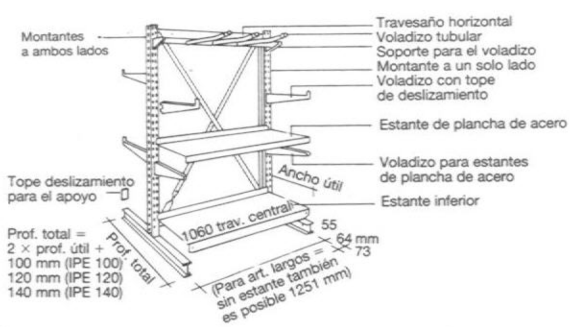
⑫ Planta de un almacén estandarizado con estanterías para palets



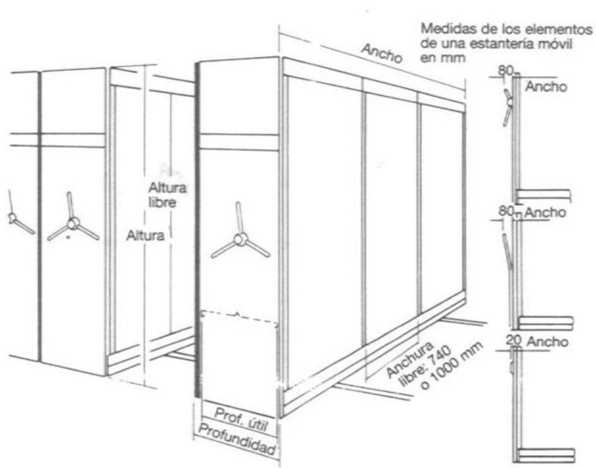
(1) Sistema de perfiles angulares atornillados de uso universal   Sistema Fa. Hofe



(2) Sistema de estanterías para euro-palets   Sistema Fa. Händi/Opitz



(3) Sistemas de estanterías en voladizo   Sistema Fa. Hofe



Profundidades										Alturas	
Prof. (mm)	Est. móvil				640	760	840	940	1040	Alto	Alt. libre
	Estándar	370	410	510	610	730	810	910	1010	(mm)	(mm)
Prof. útil		360	400	500	600	720	800	900	1000	2105	1850
										2405	2150
										2705	2450

Anchura (mm)		2170	2430	2689	2949	3208	3468	3727	3987	4246	4506	4765	5025	5284	5544	5803
N.° unidades	1000 mm	2	0	1	2	3	1	2	3	4	2	3	4	5	3	4
(Ancho libre/ud.)	740 mm	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2

Anchura (mm)		6063	6322	6582	6041	7101	7360	7620	7879	8139	8398	8658	8917	9177	9436
N.° unidades	1000 mm	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
(Ancho libre/ud.)	740 mm	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0

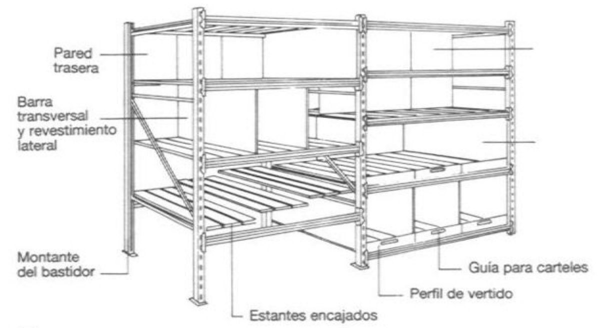
(5) Estanterías móviles de accionamiento manual o a motor   Sistema Fa. Mauer

Sistemas de almacenaje

El sistema tradicional de almacenaje en las naves industriales es el conocido sistema de **estanterías metálicas con estantes atornillados** a base de perfiles angulares perforados y estantes atornillados, y el sistema de **estanterías metálicas con estantes encajados** a base de bastidores prefabricados en los que se encajan los estantes (menor tiempo de montaje). Estos estantes se suministran en diversos tamaños y pueden ser de plancha metálica, plancha perforada o entramado metálico. Los sistemas prefabricados son aptos hasta una altura de 4,50 m y una sobrecarga de hasta 250 kg/estante.

Para sobrecargas o alturas mayores, son más apropiadas las estanterías para palets. De los bastidores prefabricados de perfiles en forma de «U», en los que se han practicado huecos a intervalos equidistantes, se suspenden las vigas consistentes en perfiles IPE con bridas soldadas. La rigidización vertical se consigue mediante perfiles planos colocados en diagonal. Se han impuesto los sistemas modulados con una distancia entre ejes de aprox. 2,80 m (en los que caben 3 euro-palets uno junto a otro). Empleando elevadores mecánicos se pueden alcanzar alturas de hasta 12,00 m. Se pueden construir pasarelas intermedias para estanterías de varias plantas que soporten una sobrecarga de 500 kg/m^2.

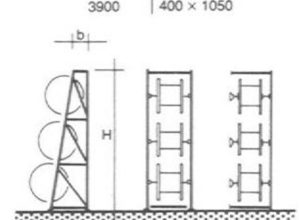
En estanterías especiales se ofrecen **estantes-tonel** (aprox. 2000 kg de carga), **estantes cilíndricos giratorios** (peso del cilindro, por eje aprox. 1000 kg), **estantes-peine, estantes de varillas, estantes de grandes luces**, e **instalaciones de estantes móviles.**



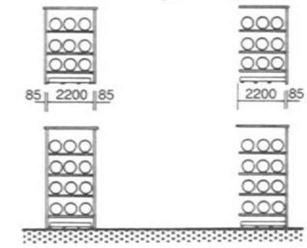
(4) Estantería de grandes luces. Profundidad 600–1100 mm   Sistema Fa. Hofe

Altura estantería H	Prof. bastidor b/B
3000	400 × 900
3300	400 × 950
3600	400 × 1000
3900	400 × 1050

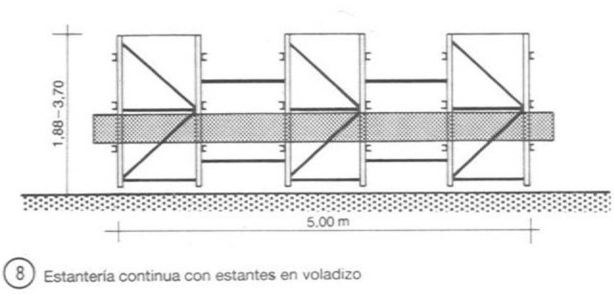
Número de toneles	Altura estantería/ profundidad en mm
9	3600/1450
12	4800/1450



(6) Sistema de estanterías con mástil

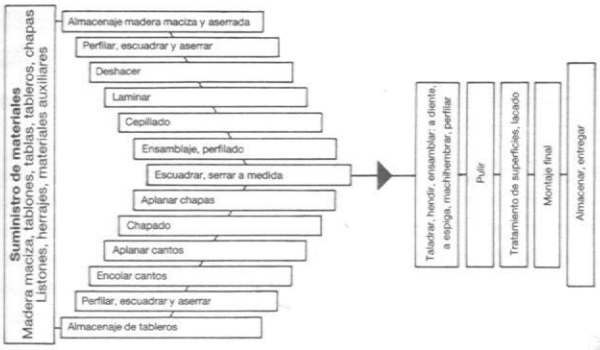


(7) Estanterías-tonel para almacenaje en el exterior

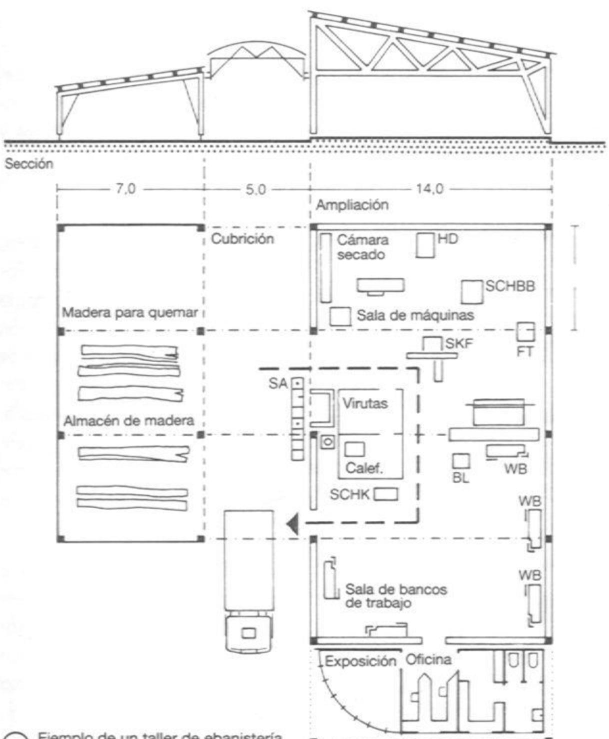


(8) Estantería continua con estantes en voladizo

EBANISTERÍAS → 🕮



① Proceso de trabajo



② Ejemplo de un taller de ebanistería
Arq.: Ackermann + Raff

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg,
Haus der Wirtschaft, Willi-Bleicher-Str., 19
7000 Stuttgart 1

Desarrollar las plantas de las naves longitudinalmente → ② – ③, es, en general, más rentable. Mejor aprovechamiento del solar, recorridos más cortos en procesos de fabricación mixtos. Conductos de instalaciones más cortos. Iluminación cenital. Las plantas superiores no son recomendables para los procesos de fabricación, son más adecuadas para oficinas, salas auxiliares, almacenes pequeños, chapados valiosos. Tipos constructivos predominantes: entramados estructurales de acero, hormigón armado o madera. Paredes y techos de grandes elementos prefabricados con un buen aislamiento térmico y acústico. Ventanas, generalmente fijas, de vidrio aislante, con una reducida parte de la superficie acristalada practicable para ventilar → p. 332.
Espacios necesario: en los ejemplos reproducidos, un promedio de 70 a 80 m^2 por empleado (sin almacenes al aire libre).
Para eliminar las virutas, el serrín y el polvo de pulir es necesario, en casi todos los casos, incluso en los talleres pequeños, un dispositivo de extracción por motivos sanitarios y económicos. Disposición de la maquinaria en función de la secuencia de tareas. Reducir el nivel sonoro de las máquinas mediante apoyos antivibratorios.

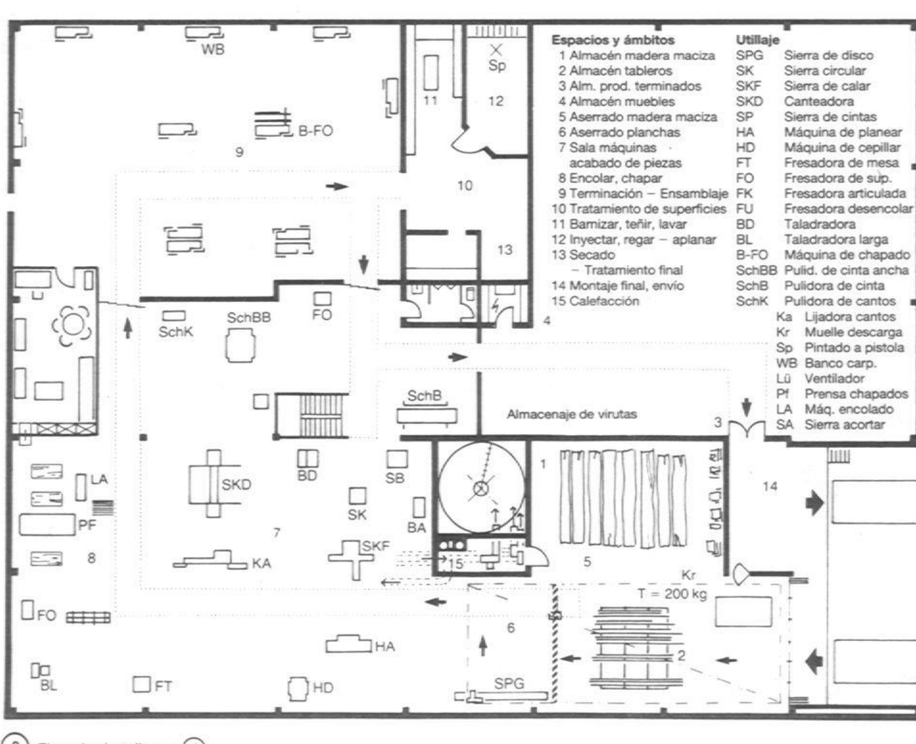
Proceso de trabajo, por lo general: en pequeños talleres de hasta aprox. 10 empleados:

lineal, ángulo recto. → ∟ ←

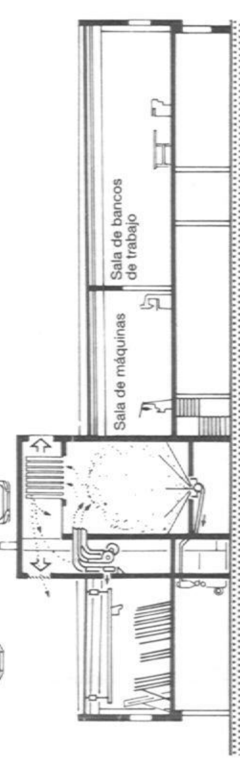
en los talleres medianos con más de 10 empleados: es más fluido la U y el círculo (cuadrado). □ ⮐

En este último caso, se incluyen las siguientes funciones: acceso, carga y descarga, rampa, supervisión, control, recepción, envío.

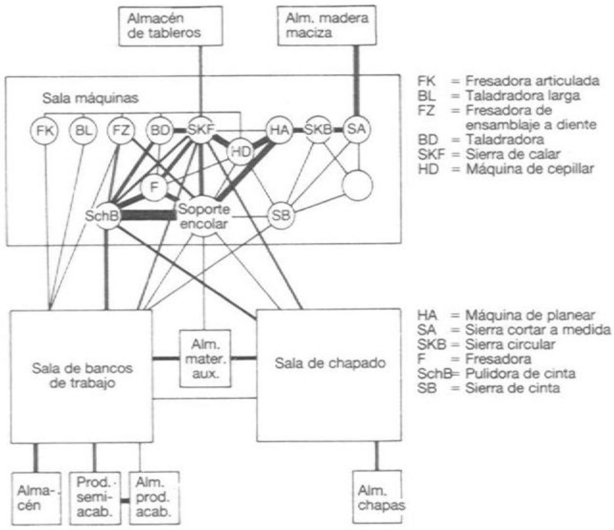
Talleres
Edificios industriales



③ Ejemplo de taller → ④



④ Sección → ③



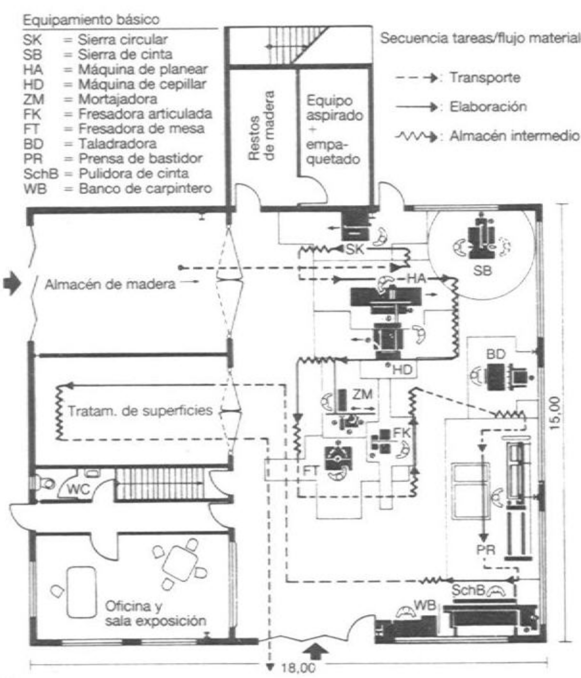
① Relaciones entre las diferentes zonas y herramientas de una ebanistería. El grosor de línea es una medida de la circulación en el interior del taller

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart → 🕮

Secuencia de tareas: depósito de madera, aserradero, cámara seca, sala de máquinas, sala de bancos de trabajo, tratamiento de superficies, almacén, embalaje. Separación entre sala de máquinas y bancos de trabajo mediante una pared con puertas → p. 327 ③. Oficina y puesto del encargado acristalados con vistas al taller. Suelo del taller: madera, xilolita. En todos los puestos se ha de poder trabajar a contraluz. Franjas continuas de ventanas, antepechos altos (1,00–1,35 m). Superficie de ventanas aprox. 1/8 de la superficie en planta de la nave.

Zonas y salas

Almacén: para madera maciza, planchas, chapas, vidrio, materiales sintéticos, materiales auxiliares, depósito de productos intermedios, productos acabados, productos semiprefabricados y muebles.





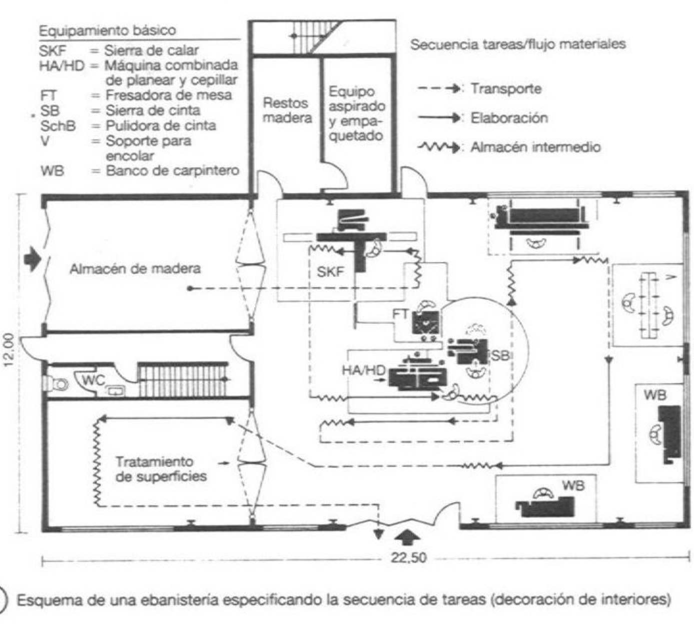
② Esquema de una ebanistería especificando la secuencia de tareas (carpintería de construcción)

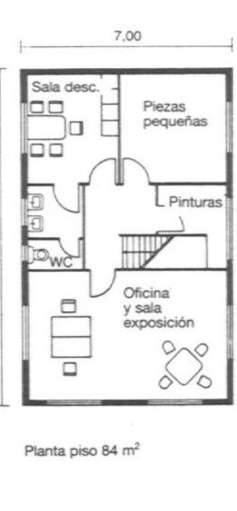
Talleres: para secar la madera, serrar la madera maciza, las planchas y las chapas. Sala de máquinas para elaboración de productos, manipulación de madera maciza y tableros, trabajos de encolado y chapado, trabajos de acabado y ensamblaje, acabados a mano, tratamiento de superficies, montaje final, embalaje y envío.

Administración y comercial: oficinas de administración (encargado), oficina técnica, oficinas comerciales, dirección del taller, sala de espera, sala de reuniones, oficina de ventas, dirección, gerencia.

Salas auxiliares, vestuarios, servicios.

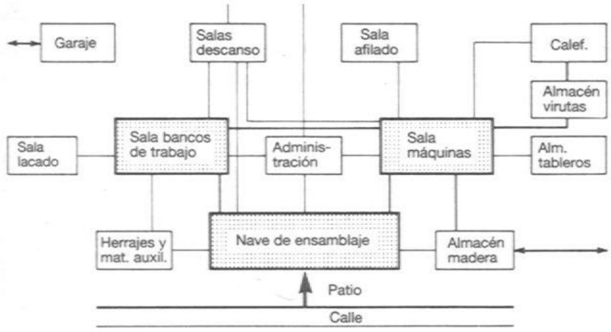
Pavimentos: de madera (nada de hormigón).
Almacén libre de polvo (el polvo fino desafila las herramientas).
Colocación de las máquinas en función de la secuencia de tareas.







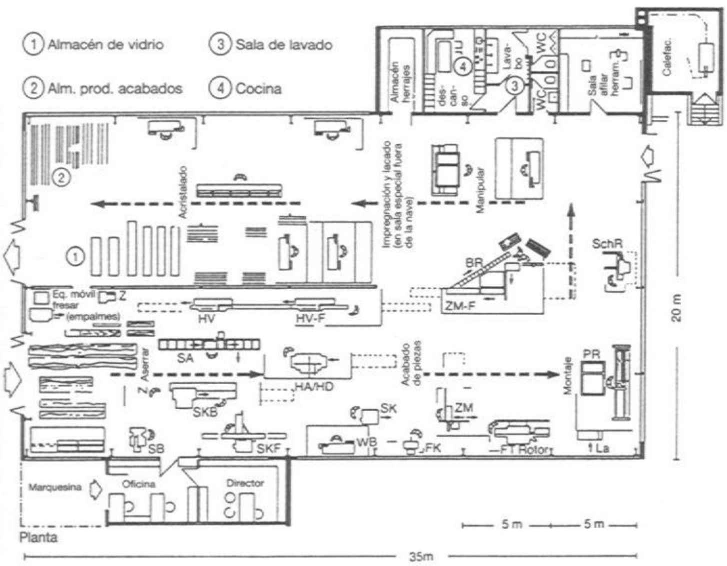
③ Esquema de una ebanistería especificando la secuencia de tareas (decoración de interiores)



① Esquema funcional de una carpintería

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Haus der Wirtschaft, Willi-Bleicher-Str., 19, 7000 Stuttgart 1

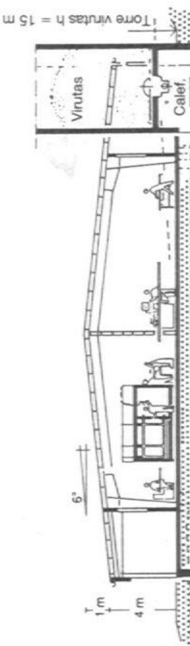
Planificación: averiguación de los datos técnicos de funcionamiento, maquinaria, aprovechamiento, rentabilidad, instalaciones, sobrecargas de uso, superficies necesarias, costes, proceso de trabajo, secuencia de tareas y tiempo de cada una de ellas, número de empleados, organización técnica del taller.
Materiales: tipos, cantidades, pesos, espacio necesario, almacén: dimensiones. Suministro de energía: calor, electricidad, aire a presión. Residuos: tipos, superficie necesaria, reciclaje. Esquema funcional del taller (boceto).



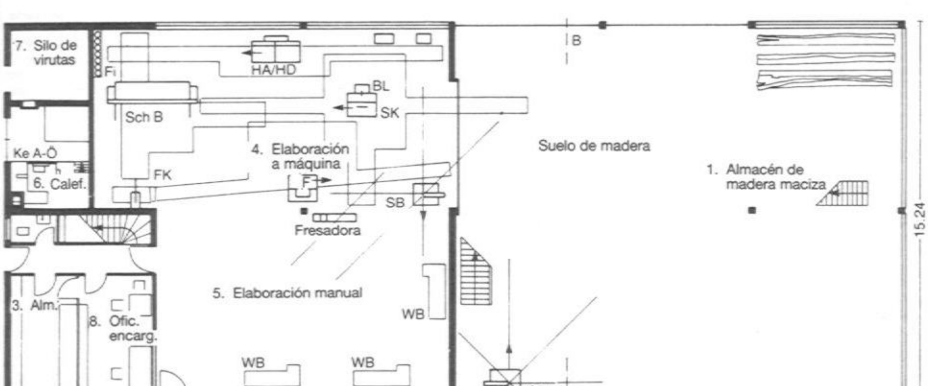
② Ejemplo de una carpintería (vidriería) → ③

Herramientas

SA	Sierra de acortar
SK	Sierra circular
SKB	Sierra circular precisión
SKF	Sierra de calar
SB	Sierra de cinta
HA-/	Máquina combinada de
HD	planear y cepillar
HV	Máquina de acanalar
HV-F	Máquina de molduras
FT	Fresadora de mesa
FK	Fresadora articulada
ZM	Mortajadora
SchR	Pulidora de bastidor
BR	Cinta transportadora
La	Máquina para encolar
WB	Banco de carpintero
PR	Prensa de bastidor
Z	Amoladora
Kett	Caldera restos madera

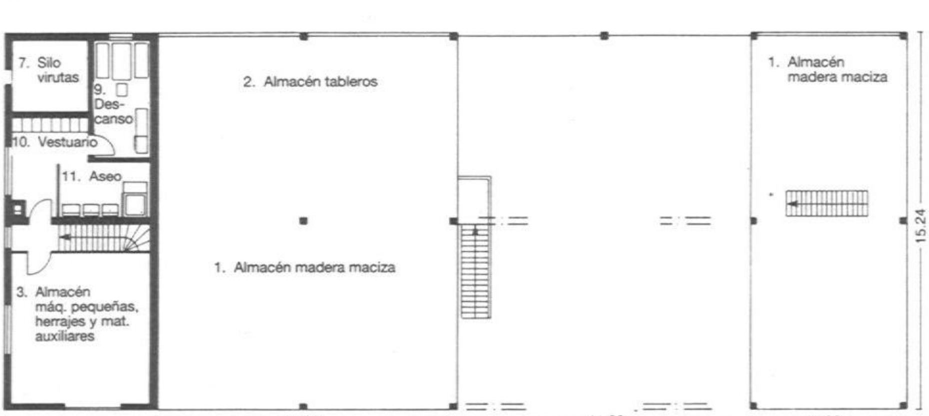


③ Sección → ②

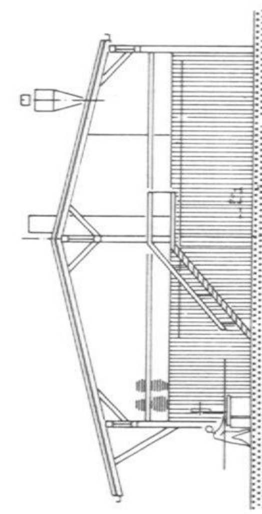


④ Ejemplo de una carpintería para la construcción. Planta baja → ⑤ - ⑥

1	Alm. madera maciza	BL	Taladrador largo
2	Alm. de tableros	HA/	Máq. comb. planear
3	Alm. piezas pequeñas	HD	y cepillar
4	Elab. a máquina	F	Fresadora de mesa
5	Elab. manual	FK	Fresadora articulada
6	Calefacción	SchB	Pulidora de cinta
7	Silo virutas	WB	Banco carpintero
8	Oficina encargado	Ke	Caldera combinada
9	Sala descanso	A-Ö	Gas-oil y restos madera
10	Vestuario		
11	Aseo		
SB	Sierra de cinta		
SK	Sierra circular		

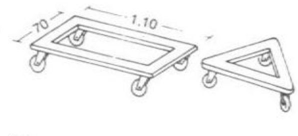


⑤ Planta piso → ④ + ⑥

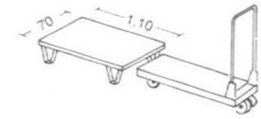


⑥ Sección A-B → ④ - ⑤

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Haus der Wirtschaft, Willi-Bleicher-Str., 19, 7000 Stuttgart 1



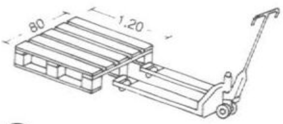
(1) Bastidor móvil



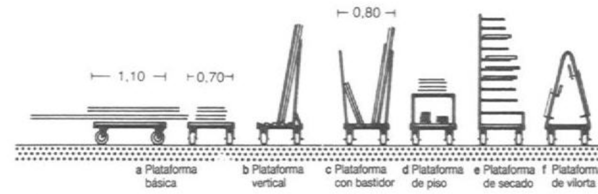
(3) Transpalet



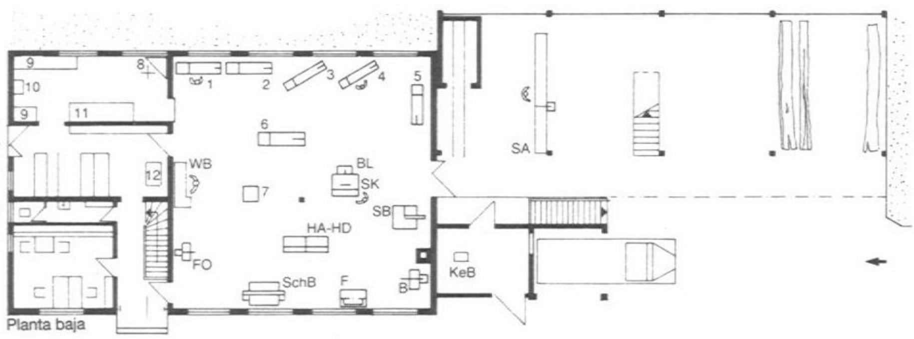
(2) Plataforma hidráulica



(4) Transpalet de horquilla

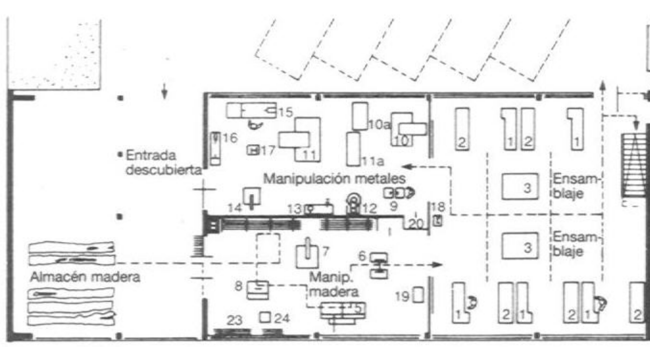


(5) Plataformas móviles con diferentes estructuras intercambiables



1-4 Tornos
5 Torno lineal
6 Robot giratorio
7 Máquina toral
8 Pintura a pistola
9 Mesa auxiliar
10 Aparato de lacado por inmersión
11 Armario para secar lacados
12 Cilindro de escobillas

(6) Ejemplo de una tornería



Ensamblaje - sala de bancos de trabajo

1 Banco de carpintero
2 Banco de herramientas
3 Plancha para alisar

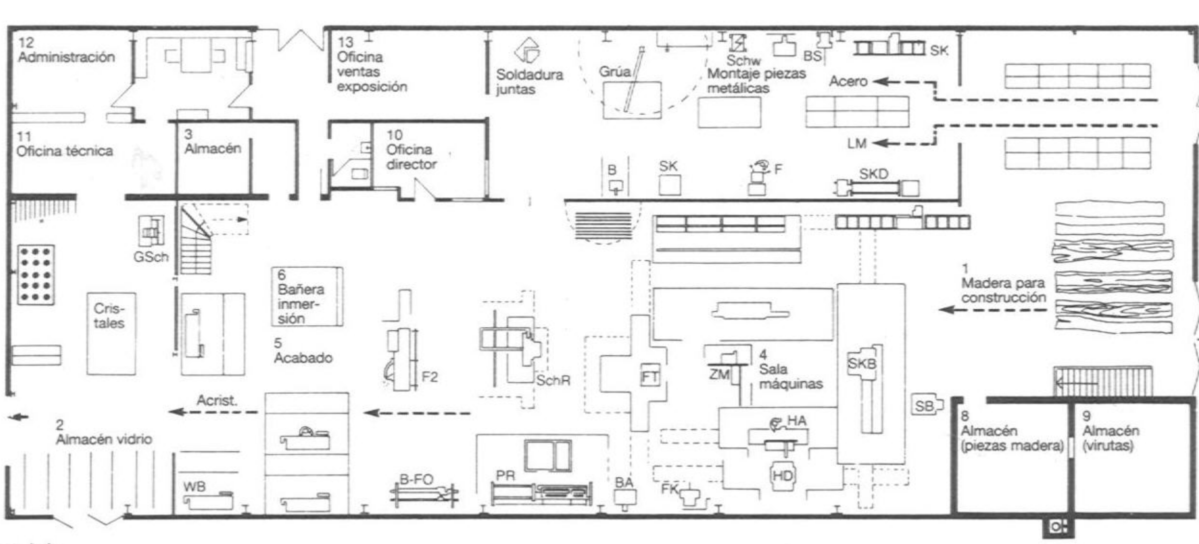
Manipulación de madera

5 Máquina combinada de planear y cepillar
6 Pulidora orbital
7 Sierra de cinta
8 Sierra circular

Manipulación de metales

9 Pulidora orbital
10 Fresadora precisión 1, con elemento de soporte
11 Fresadora precisión 2, con elemento de soporte
12 Taladradora
13 Banco de trabajo con barrilete y taladrador de sobremesa
14 Sierra de cinta
15 Torno 1 (grande)
16 Torno 2 (pequeño)
17 Pulidora 1
18 Pulidora 2
19 Máquina afilar herramientas
20/21 Armarios para materiales y herramientas auxiliares
22 Estantería secado de madera
23 Almacén de tableros
24 Registro en el suelo para verter restos de madera

(7) Ejemplo de un taller de modelismo (cinco empleados)



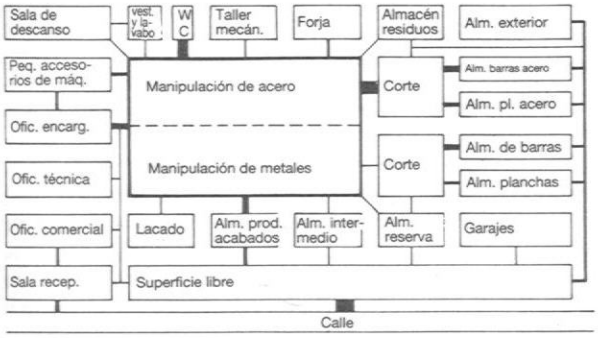
Planta baja

1 Almacén madera maciza
2 Almacén de vidrio
3 Mat. auxiliares y herrajes
4 Sala de máquinas
5 Montaje, acabado
6 Inmersión, flotación
7 Manipulación metales
8 Almacén piezas madera
9 Almacén tableros madera
10 Oficina encargado
11 Oficina técnica
12 Dirección
13 Sala de ventas

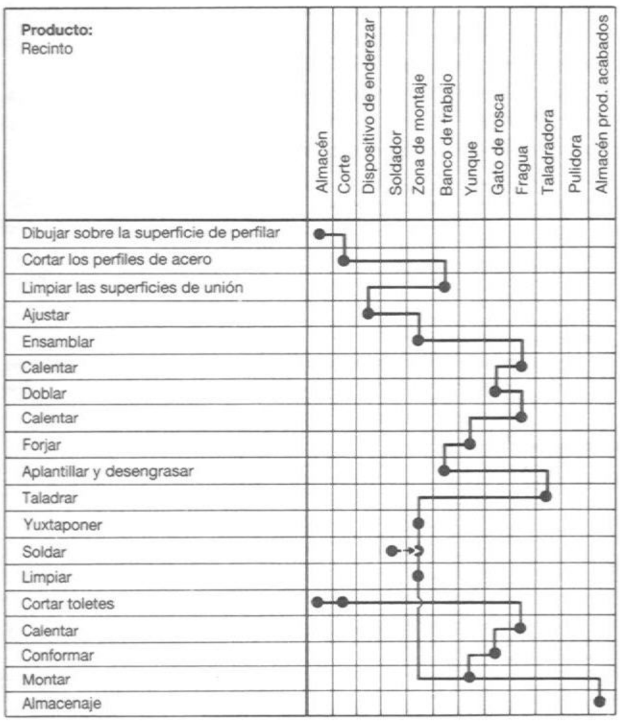
SA	Sierra de acortar
SPZ	Sierra de calar
SKB	Sierra circular
SKD	Sierra doble acortar
SB	Sierra de banda
HA	Máquina de planear
HD	Máquina de cepillar
GSch	Pulidora de vidrio
FT	Fresadora de sobremesa
FK	Fresadora de cremallera
B	Taladradora
B-FO	Máquina de embutir herrajes
BS	Perforadora
ZM	Máquina de espigar
HV-F	Acanaladora
GTA	Mesa para cortar vidrio
F-2	Fresadora de sobremesa
WB	Banco de carpintero
Ko	Compresor de aire
Fi	Filtro de aire
CAU	Dispositivo para cepillar planchas de madera
Schw	Soldador eléctrico
SchR	Pulidora de marcos
PR	Prensa de bastidores

(8) Ejemplo de una cristalería

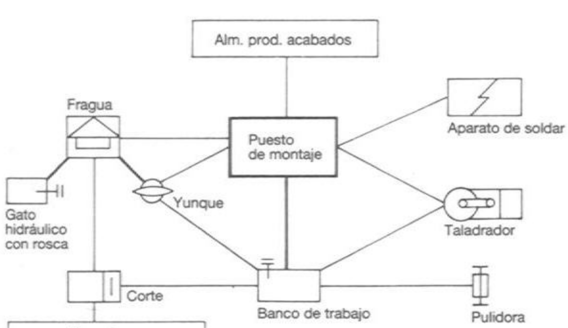
Información: Landesgewerbeamt, Stuttgart → 🕮



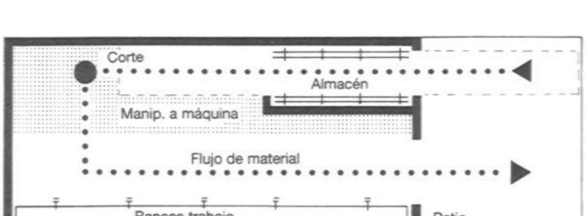
(1) Relaciones espaciales en los grandes talleres de metalistería



(2) Esquema gráfico de relaciones → (3)



(3) Ejemplo del proceso de trabajo en una cerrajería → (2)



(4) Almacén de perfiles y flujo de material

Capacidad de almacenaje

Ejemplo:
Estantería en voladizo anchura $a = 2 \cdot 0{,}5 = 1{,}0$ m
altura $h = 2{,}0$ m
longitud $l = 6{,}0$ m

Volumen delimitado:
$V = a \cdot h \cdot l = 1{,}0 \cdot 2{,}0 \cdot 6{,}0 = 12{,}0\ m^3$

Ocupación mixta: aprovechamiento del espacio aprox. 20 %

Cantidad medida de material
$R = V \cdot r = 12{,}0 \cdot 0{,}8 =$ aprox. 10 t (redondeando)

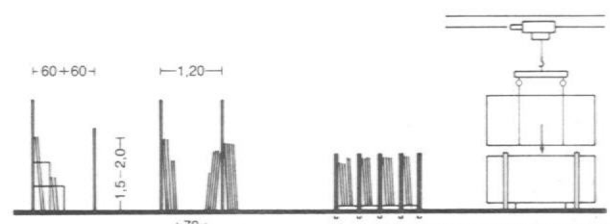
Número de empleados involucrados en la fabricación: $n = 8$

Material necesario para un año (promedio):
$B = 8\ A \cdot 7{,}5\ t/A = 60\ t$

frecuencia de cambio en el almacén: $\frac{B}{R} = \frac{60}{10} = 6$ veces

Debido a la existencia forzosa de espacio perdido (espacio ocupado por la propia estructura de la estantería, espacio libre para poder alcanzar con la mano y almacenaje no optimizado) los estantes nunca se pueden aprovechar al 100 %.

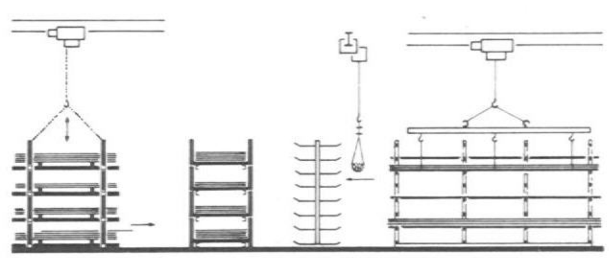
Aprovechamiento aprox. 40 % – para almacenaje de productos muy similares
Aprovechamiento aprox. 20 % – para almacenaje de productos diversos



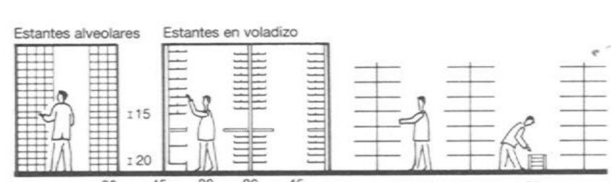
Transporte con aparatos elevadores

(5) Almacén para piezas pequeñas

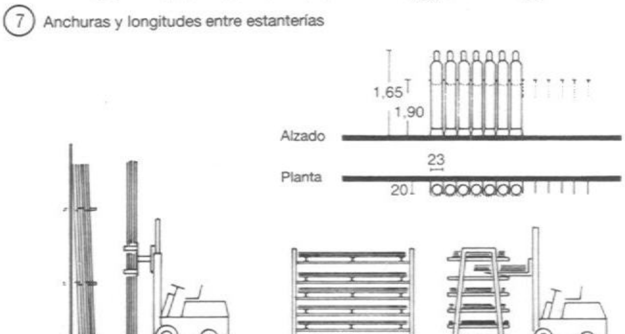
Almacenaje vertical de planchas



(6) Almacenaje horizontal y transporte de planchas o perfiles



(7) Anchuras y longitudes entre estanterías



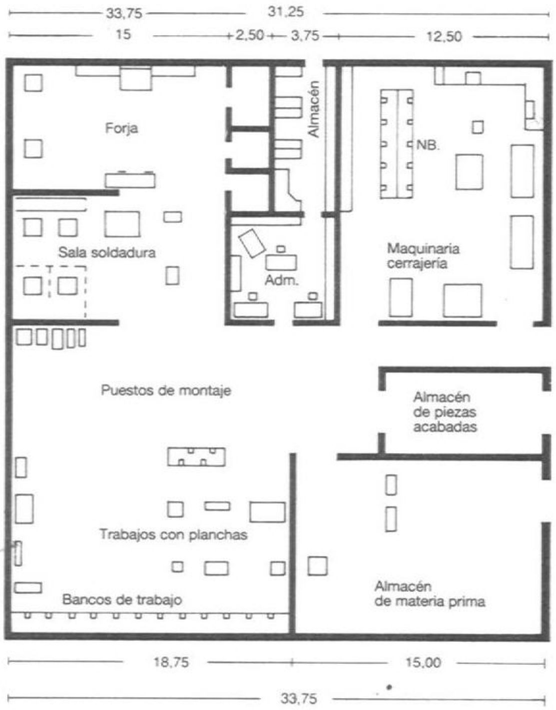
(8) Almacenaje vertical de barras

Almacenaje de planchas en estantes

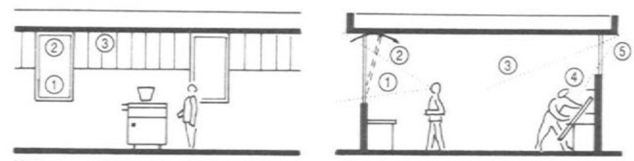
Información: Landesgewerbeamt, Stuttgart → 📖

En los grandes talleres conviene separar los **puestos de trabajo** en distintas secciones: → ①.
Soldadura autógena, roblonado, taller de montaje y reparaciones, forja artística, cerrajería de máquinas y de la construcción, todas ellas visibles desde la oficina. Pavimento de hormigón, o mejor de madera sobre una solera de hormigón. Lo mejor es iluminar los talleres con luz cenital, iluminación suficiente de cada puesto de trabajo. Accionamiento independiente de cada máquina (cajas de conexión en el suelo).

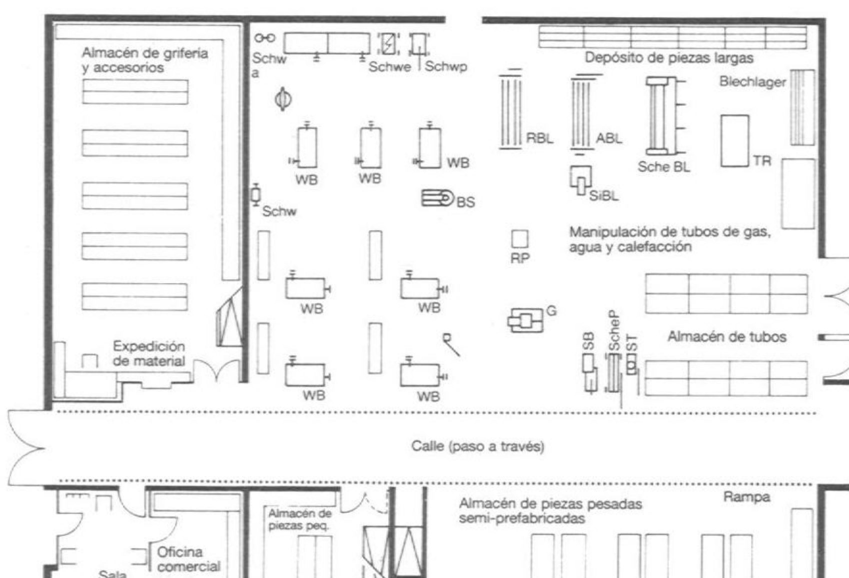
Las salas de **soldadura y forja** deberían estar cerradas con **puertas de acero** incluso en los talleres medianos. Buena **ventilación**, recubrir la mesa de soldadura con ladrillos refractarios. Para soldar piezas de hierro forjado y piezas metálicas se necesitan fogones de carbón vegetal con una pequeña chimenea encima para el pre-calentamiento; también es apropiada para soldar bronce, forjar y templar hierro. Al lado deben disponerse depósitos de agua y aceite para el proceso de templado.

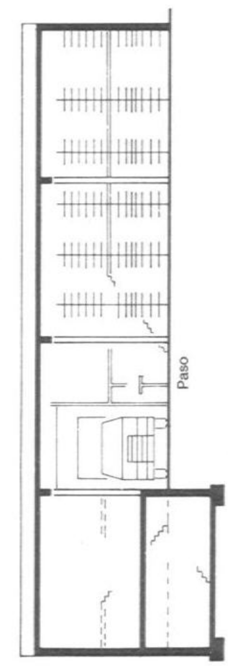


① Cerrajería, distribución en planta y situación de las máquinas



Ventanas en talleres:
① Mesa de trabajo (vista libre), antepecho bajo. ② Ventilación (hojas altas). ③ Suficiente iluminación en la zona central (ventanas altas). ④ Seguridad en el trabajo (p.e. manejar vidrios es peligroso). ⑤ En la fachada sur es fácil apantallar el sol molesto de verano.

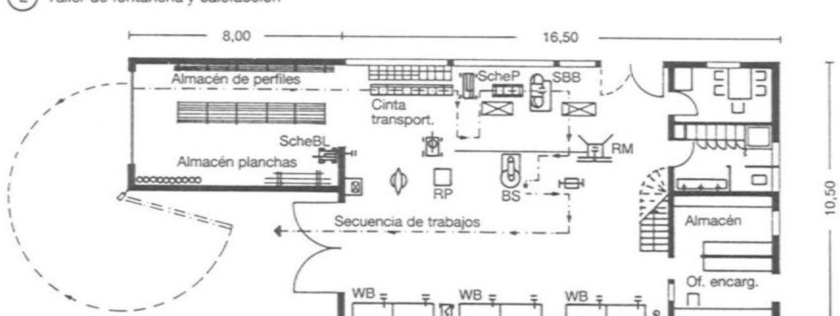




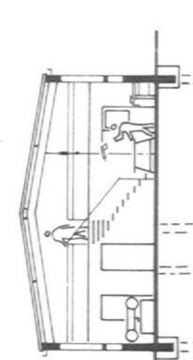
③ Sección → ②

Utillaje: ABL, máquina de cantear; BS, perforadora; RBL, máquina de redondear plancha; RM, ajustadora; RP, perfiladora; SB, sierra de plancha; SBB, sierra de cinta para planchas; ScheBL, tijera de plancha; ScheP, tijera de perfiles; SiBL, aparato de rebordear; St, troqueladora; Schw, soldador; Schwa, soldador autógeno; Schwe, soldador eléctrico; SchwP, soldador a puntos; TR, mesa de perfilar; WB, banco de trabajo.

② Taller de fontanería y calefacción

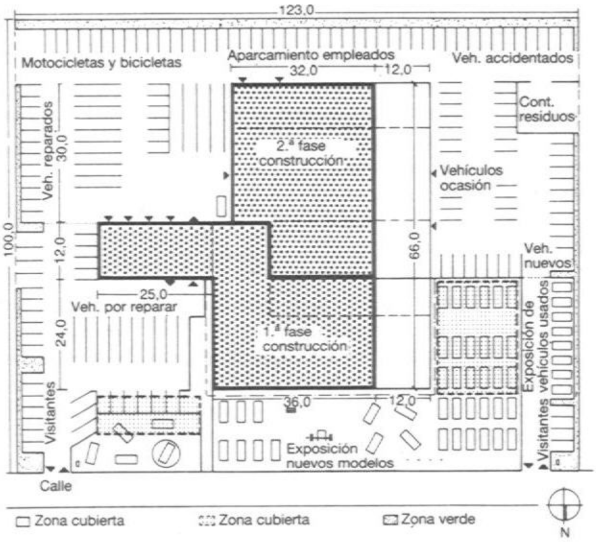


④ Cerrajería de la construcción



⑤ Sección → ④

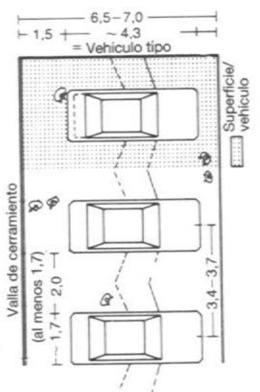
TALLERES DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES → 🕮



① Taller estándar VAG → ④



② Superficie promedio necesaria para la exposición de vehículos nuevos



③ Superficie promedio necesaria para la exposición «compacta» de vehículos

Ejemplo según los talleres alemanes VAG.

Solar. Relación entre la superficie edificada y la superficie no edificada del solar: aprox. 1:3,5.

Funcionamiento/organización. La planificación se apoya en el llamado «sistema del punto triple» → ⑥.

1.^{er} punto triple: oficina, taller, almacén de piezas.

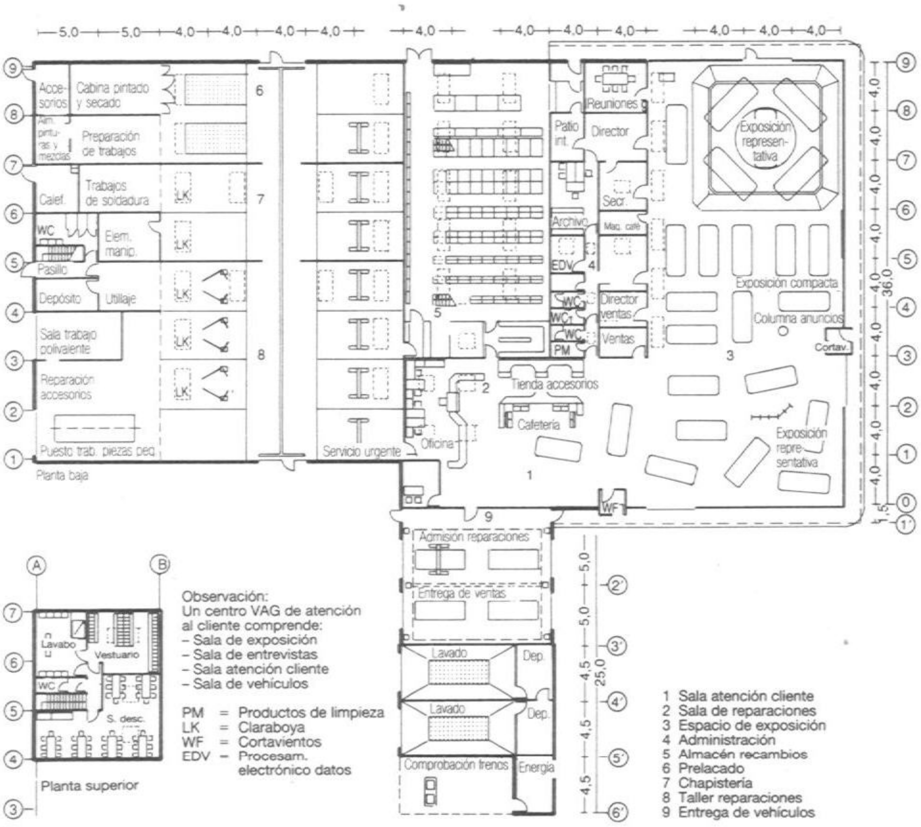
2.° punto triple: taller de servicio, oficina, almacén de piezas.

Oficinas (según el tamaño del taller). Oficina del director 16–24 m², sala de espera 10–16 m², director de ventas 16–20 m², director de atención al cliente 12–15 m², director de almacén 10–15 m², sala de entrevistas 12–24 m², contabilidad 12–20 m², sala de ventas 9–12 m², sala de procesamiento electrónico de datos 9–16 m², administración 25–40 m². Superficie de almacenaje 22–25 m² por puesto de trabajo (reparaciones en general y chapistería). Dimensiones del puesto de trabajo 4 × 7 m (reparación de turismos en general, chapistería, pintado; 5 × 10 camionetas ligeras).

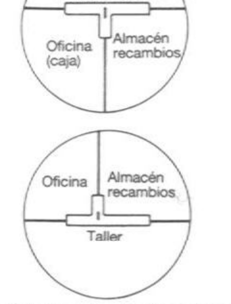
Ventas anuales de coches	Vehículos en stock	Tamaño del solar en m²	Superficie construida en m²	Superficie necesaria por coche vendido	Superficie del taller en m²	Plazas de reparación	Plazas de inspección	Plazas de puesta a punto	Plazas de admisión	Plazas lavado, x = tren lavado	Plazas de descarga
50	150	2000	480	7,20	360	4	–	1	–	1	–
100	300	3000	835	6,25	625	7	1	1	–	1	–
200	600	4000	1420	5,70	1220	10	1	1	1	1	–
300	825	5000	2150	5,35	1610	16	3	1	1	2	–
400	1000	6000	2620	4,90	1960	19	4	2	1	2	1
500	1250	7000	2980	4,45	2230	23	5	2	2	2	2
750	1725	9000	4500	4,45	3375	32	6	3	2	X	–
1000	2000	10000	5770	4,30	4300	38	7	3	2	X	–

⑤ Espacio necesario en los talleres de reparación de turismos

Disposición: las personas involucradas en la reparación han de poder rodear el coche sin encontrar obstáculos y han de poder abrir todas las puertas. Por consiguiente, no sólo es importante conocer la superficie ocupada por cada vehículo, sino también la separación entre coches contiguos. Para poder abarcar con la vista todo el coche se necesitan 5 m de separación → ② – ③ – ④. Valor directriz: turismos aprox. 40–45 m² por vehículo, disposición compacta → ③ aprox. 24 m²/vehículo. Separación entre vehículos = 1,70 m.

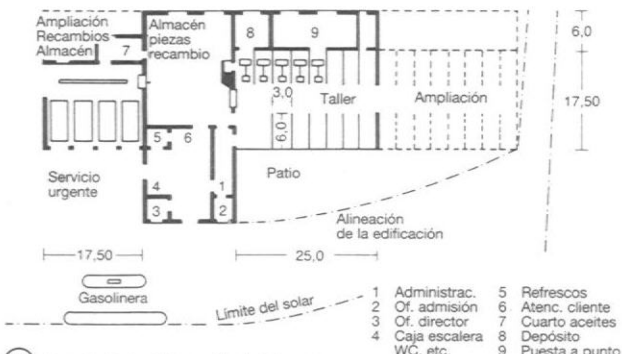


④ Ejemplo de un taller de reparación de vehículos

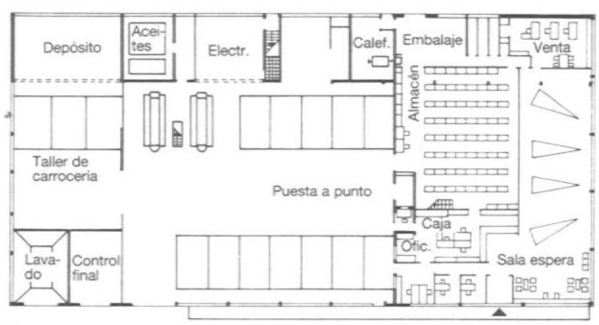


⑥ Relación entre las diferentes secciones (Sistema de tres puntos)

TALLERES DE REPARACIÓN DE AUTOMÓVILES → 📖



(1) Ejemplo de un taller medio de turismos

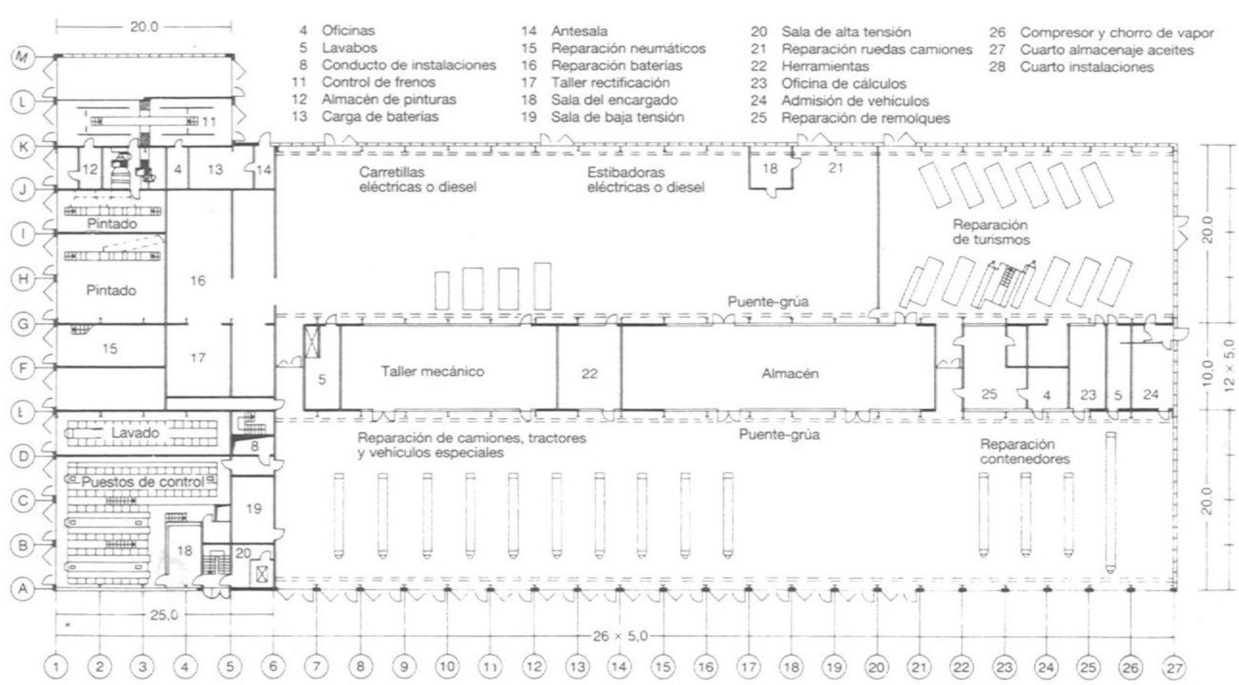


(2) Taller de turismos con administración y venta

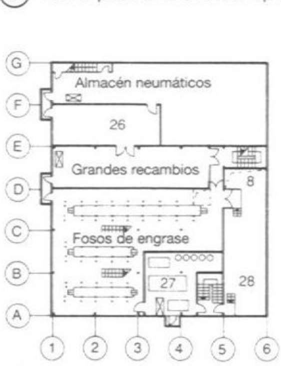
Por lo general, naves de una sola planta, de estructura metálica ligera y elementos de cerramiento semi o totalmente prefabricados. Son preferibles las estructuras de grandes luces sin pilares intermedios. Prever las posibilidades de ampliación al elegir el módulo de la estructura.

El pavimento del taller se ha de sellar frente a las infiltraciones de grasas y aceites. Es necesario un separador de aceites y gasolina. Colocar un conducto de extracción forzada de aire para los gases de escape. Prever la colocación de puertas de apertura automática con una cortina de aire caliente → p. 170–171. Se recomienda el montaje de conductos para el paso de las instalaciones de electricidad, aire a presión, aceite utilizado y agua. Elección del solar pensando en el servicio al cliente: a ser posible en una situación de fácil acceso (incluso a pesar de un aumento de los costes de compra y construcción). En caso de situarse en la periferia de la ciudad prever los correspondientes anuncios publicitarios y el transporte de los clientes que dejan su coche para que sea reparado.

Regla básica: edificar 1/3 del solar, dejar 2/3 sin edificar. Prever la posibilidad de futuras ampliaciones. Para los grandes talleres puede tomarse como valor medio una superficie de 200 m² por cada puesto de trabajo en el taller. Además se ha de contar con los espacios correspondientes para ventas, administración, espera de los clientes, descanso del personal, etc. Comprobar las acometidas de las diferentes instalaciones. Si el taller dispone de un tren de lavado de coches, el consumo de agua será muy elevado. Gran taller de reparaciones → (3) – (7) para camiones, vehículos especiales, estibadores de horquilla, puentes grúa y demás medios de transporte en el interior del taller.



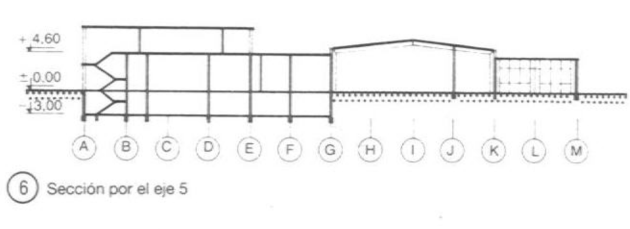
(3) Talleres para vehículos de transporte de la empresa BASF. Planta baja



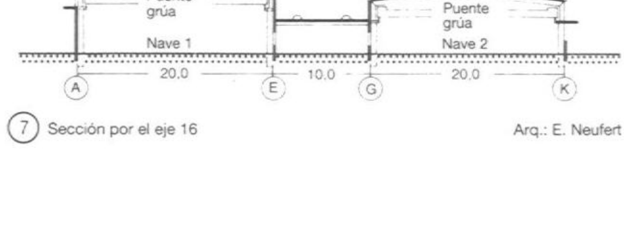
(4) Planta sótano



(5) Planta piso



(6) Sección por el eje 5



(7) Sección por el eje 16

Arq.: E. Neufert

TALLERES

Información: Institut für Technik der Betriebsführung in Handwerk, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut e.V., Karlsruhe, Karl-Friedrich-Strasse → 🕮

Al planificar y construir talleres de reparación de carrocerías no puede procederse según un esquema rígido, ya que los requisitos locales suelen mostrar grandes diferencias. Por ello, en vez de soluciones estándar, suele surgir una ordenación basada en las secuencias de tareas y en el funcionamiento del taller respetando las particularidades específicas de cada caso.

El taller debería poder ampliarse en cualquier momento, aunque después de construida la primera fase ya debería garantizar un funcionamiento impecable de los trabajos.

Los talleres de reparación de carrocerías presentan, casi exclusivamente, puestos de trabajo estáticos, equipados con diferente utillaje. Diseñar los puestos de trabajo de manera que las tareas se puedan realizar de forma rentable, en el menor lapso de tiempo y realizando unos desplazamientos mínimos.

Los talleres de reparación de automóviles se deben construir según el «principio de desempeño de tareas». Los automóviles se conducen hasta el taller y permanecen en un mismo sitio hasta ser reparados completamente.

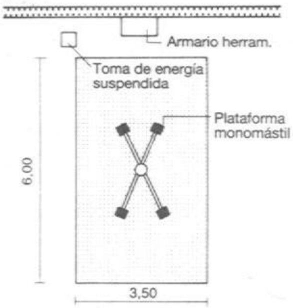
El ejemplo de distribución en planta → ⑦ muestra un taller de reparación de carrocerías de turismos y pequeñas camionetas con unos 14 mecánicos en el taller y 2 administrativos en las oficinas.

Todos los espacios relacionados con la reparación se encuentran al mismo nivel y están separados de los recorridos de los clientes mediante accesos separados.

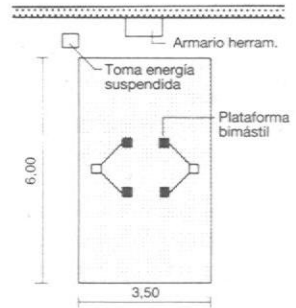
Para evitar las molestias ocasionadas por los ruidos y el polvo, se ha de separar el espacio de chapistería del destinado a pintado. Debido a las diferencias de tamaño de los vehículos a reparar y a las diferencias de las respectivas tareas de reparación, apenas pueden diseñarse puestos de trabajo fijos y situaciones fijas para las máquinas. Por ello, los puestos de trabajo se dimensionan de manera que, incluso cuando el taller está al completo, se puedan llevar hasta el vehículo a reparar los bancos de trabajo móviles o las herramientas necesarias.

Para el pintado de turismos respetar las siguientes medidas estándar en las cabinas de pintado a pistola: longitud 7,00 m, anchura 4,00 m, altura 2,85 m. Construcción: cerramiento perimetral de plancha de acero aislante o construcción independiente al aire libre.

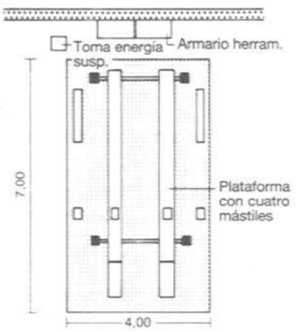
Recepción de clientes en planta baja, la contabilidad, el jefe de taller y las salas de descanso pueden situarse en la planta piso.



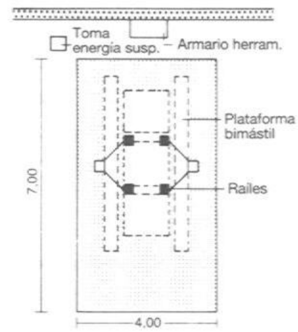
① Puesto de trabajo estándar con plataforma elevadora monomástil de 3,5 × 6,0 m; altura de elevación 1,0 m



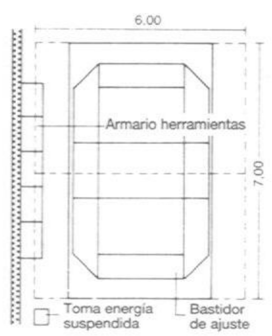
② Puesto de trabajo estándar con plataforma elevadora bimástil de 3,5 × 6,0 m; altura de elevación 0,70–1,10 m



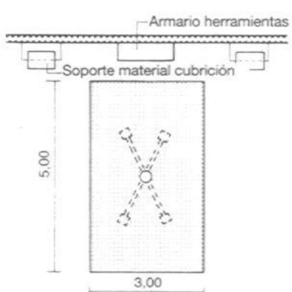
③ Medición óptica de los ejes para alinearlos: 4,0 × 7,0 m



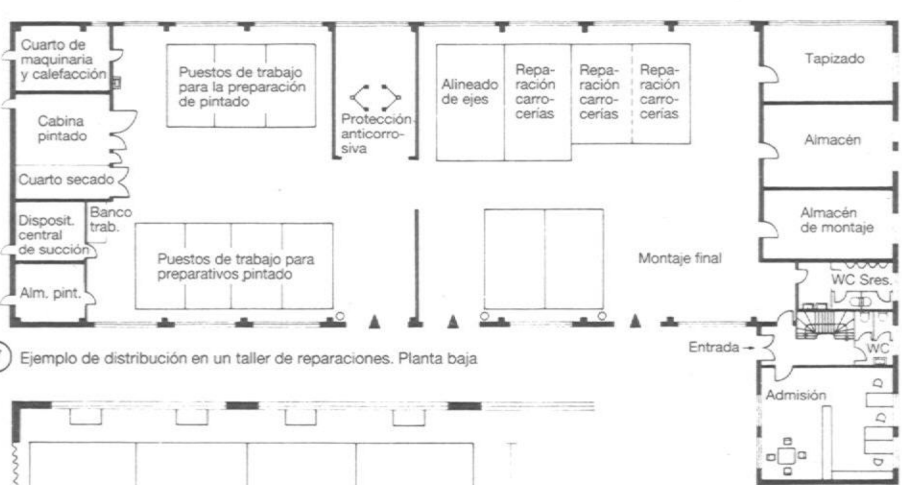
④ Puesto de ajuste de carrocerías: 4,0 × 7,0 m



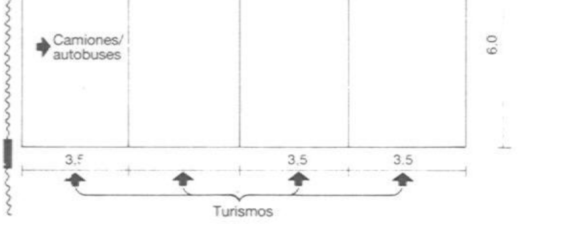
⑤ Puesto de ajuste de carrocerías: 7,0 × 6,0 m



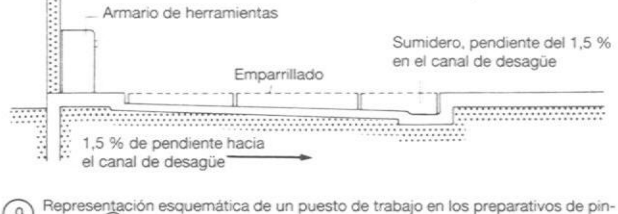
⑥ Puesto de trabajo para preparar el pintado con/sin plataforma elevadora 3,0 × 5,0 m



⑦ Ejemplo de distribución en un taller de reparaciones. Planta baja



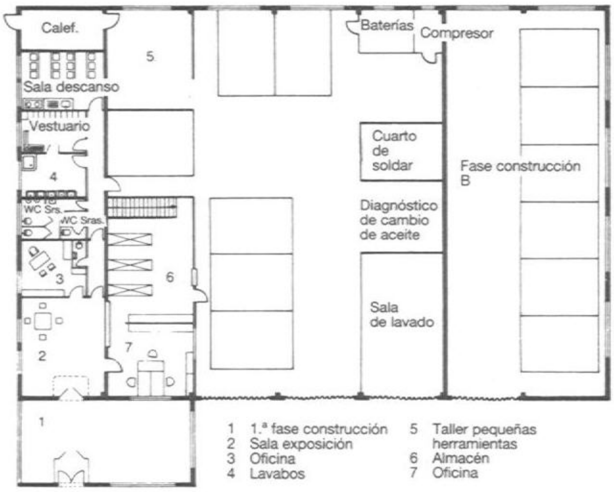
⑧ Espacio de reparación de turismos: 6,0 × 14,0 m formado por 4 puestos de trabajo estándar, cada uno de 3,5 × 6,0 m



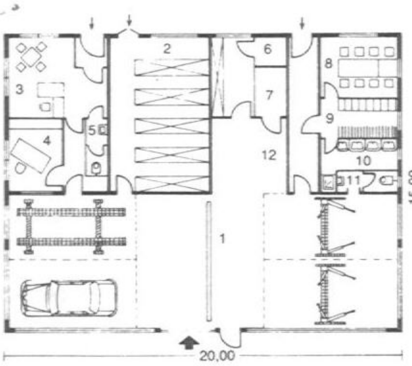
⑨ Representación esquemática de un puesto de trabajo en los preparativos de pintado → ⑥

TALLERES

TALLERES DE REPARACIÓN DE CAMIONES

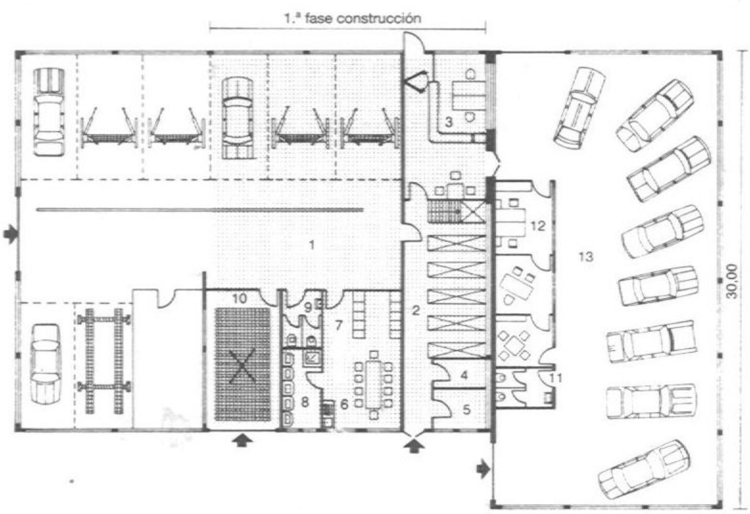


(1) Ejemplo de distribución de un taller de reparaciones de maquinaria agrícola con 4–9 empleados



1 Taller reparaciones
2 Almacén repuestos
3 Oficina, recepción, caja
4 Oficina director
5 WC (clientes)
6 Calefacción
7 Compresor
8 Sala descanso
9 Vestuario
10 Lavabos
11 WC (personal)
12 Accesorios

(2) Ejemplo de planificación para un taller con 4 puestos de trabajo en un solar con frente a una calle ancha



1 Taller reparac.
2 Almacén repues.
3 Oficina, recepción, caja
4 Calefacción
5 Compresor
6 Sala descanso
7 Vestuario
8 Lavabos
9 WC personal
10 Sala de lavado
11 WC clientes
12 Sala reuniones
13 Sala exposición

(3) Ejemplo de planificación, taller con 8 puestos de trabajo, sala de lavado y sala de exposición

Información:
Institut für Technik der Betriebsführung im Handwerk, Forschungsstelle im Deutschen Handwerksinstitut e.V., Karlsruhe, → 🕮

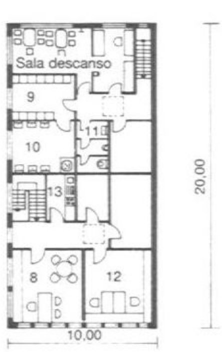
Diseño del taller: tras elegir el solar y calcular la superficie necesaria se empieza a planificar la construcción.
Para ello se han de tener en cuenta las características del solar: tamaño, pendientes, accesos, etc.

Ejemplo → (2), la distribución en planta garantiza la funcionalidad de todos los espacios y del equipamiento del taller.
En el taller de reparaciones se han previsto 4 puestos de trabajo.
Dimensiones de los puestos de trabajo: 6,50 × 3,50 m. Cada uno de ellos equipado con una plataforma elevable.
Espacio necesario: 6,50 × 4,00 m. Almacén de piezas de recambio en las inmediaciones.

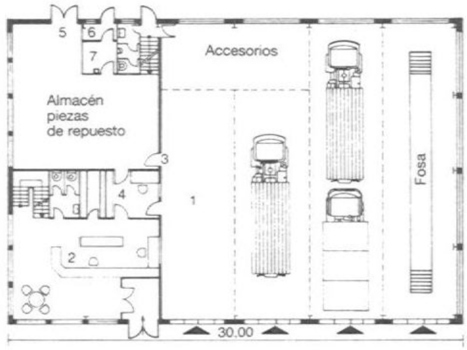
Ejemplo de planificación → (3), 1.ª fase de construcción: taller con 4 puestos de trabajo.
Construcción final: taller con 8 puestos de trabajo, tren de lavado y sala de exposición.

Talleres para reparación de camiones
La elección de la situación de la puerta de acceso depende sobre todo de las características del solar.
Para los clientes y montadores son óptimas las soluciones en las que el acceso y la salida de los puestos de reparación se realizan por puertas separadas.
Esta solución es especialmente recomendable para grandes camiones especiales. Anchura o profundidad necesaria del solar: ≧ 80 m.

Sin embargo, es posible construir un taller de reparaciones de camiones y grandes vehículos en solares con una profundidad menor (al menos 40 m) → (4) – (5). Ejemplo para grandes vehículos ligeros, p.e. autobuses, etc.
El ejemplo propuesto → (4) – (6) debería constituir la unidad básica de un taller de reparación de grandes vehículos.
Oficinas y salas de descanso en la planta piso → (4).



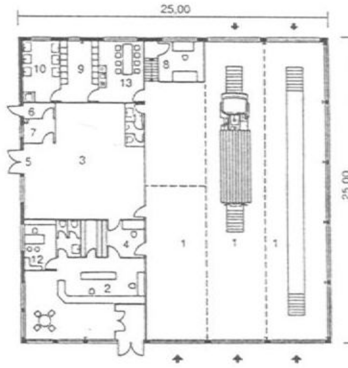
(4) Planta piso → (5)



1 Puesto reparac. camiones
2 Admisión vehículos
3 Entrega veh.
4 Of. encargado
5 Carga veh.
6 Sala compresor
7 Calefacción
8 Of. director
9 Vestuario
10 Lavabos
11 WC de personal
12 Administración
13 Cocina

(4) → (6)

(5) Ejemplo de distribución de un taller de reparación de camiones, sin posibilidad de paso a través



(6) Con posibilidad de paso a través

TALLERES

PANADERÍAS

Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Stuttgart → 📖

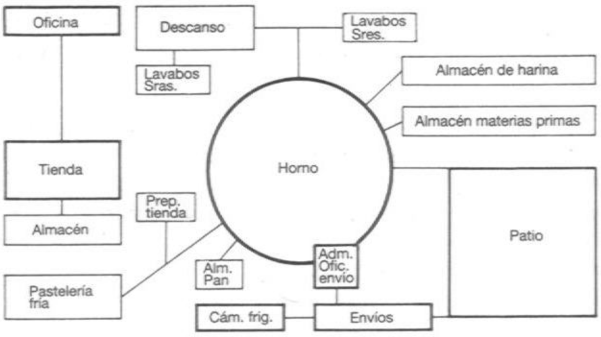
Un diseño sistemático abarca una reflexión sobre la evolución en un futuro próximo de todas las circunstancias técnicas que afecten al funcionamiento del comercio y a las que, en último lugar, también se tiene que subordinar funcionalmente la componente arquitectónica. En la fase de proyecto se ha de supervisar siempre el emplazamiento.

Programa de necesidades y espacio necesario:
Distribución elemental: almacenes, salas de producción, salas de ventas, cuartos de instalaciones, administración, locales comerciales, sala de descanso → ①.
Desarrollo de los trabajos en los diferentes espacios → ②. Almacenes para materia prima, aditivos y empaquetamiento. Las provisiones para el día se almacenan en el puesto de trabajo.
Distinguir entre diferentes tipos de almacenamiento: almacén de materias primas: trigo molido, azúcar, sal, levadura, masas (materia seca), harina en silos o sacos; almacén de aditivos: fruta, coberturas, frutos secos, grasas y huevos; almacén para empaquetamiento. Espacio necesario para receptáculos (estantes, bastidores, armarios) mesa auxiliar. Espacio de circulación (pasillos). Espacio mínimo para el almacén 15 m². Suplemento para todos los almacenes: 8–10 m² por cada empleado. Recorridos cortos entre almacén y zona de trabajo.

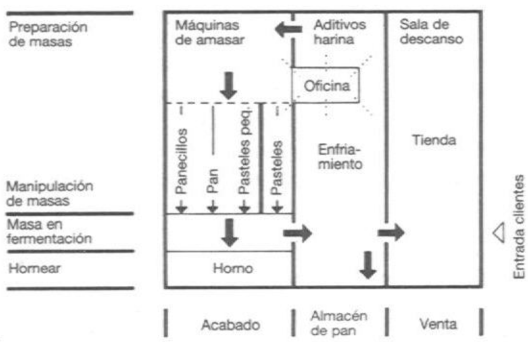
Separación de la zona de panadería y pastelería. La panadería necesita un clima cálido y húmedo; mientras que la pastelería necesita un clima algo más fresco.
La panadería comprende las siguientes zonas: preparación de masas, manipulación de masas, hornear, almacén de productos acabados.
La pastelería: crema, nata, chocolate, fruta. Zona más cálida: masas, pasteles, bombonería.

La superficie de una sala de trabajo se compone de: espacio necesario para el utillaje, manipulación manual, almacenaje intermedio y mesas auxiliares. Espacio para circulación.

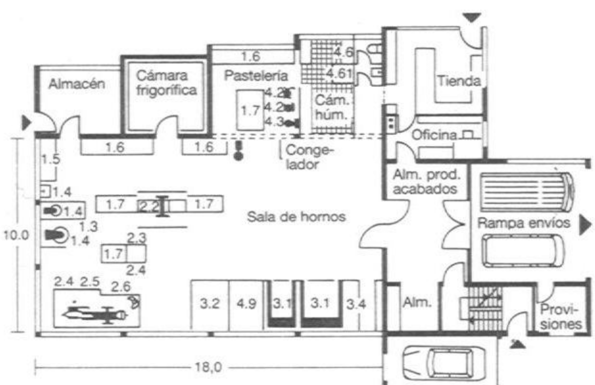
Al planificar la distribución interior (boceto) se puede calcular la superficie necesaria.



① Esquema de las relaciones entre los diferentes espacios



② Esquema funcional



③ Ejemplo de distribución en planta

③ – ④ Leyenda

Explicación de las referencias

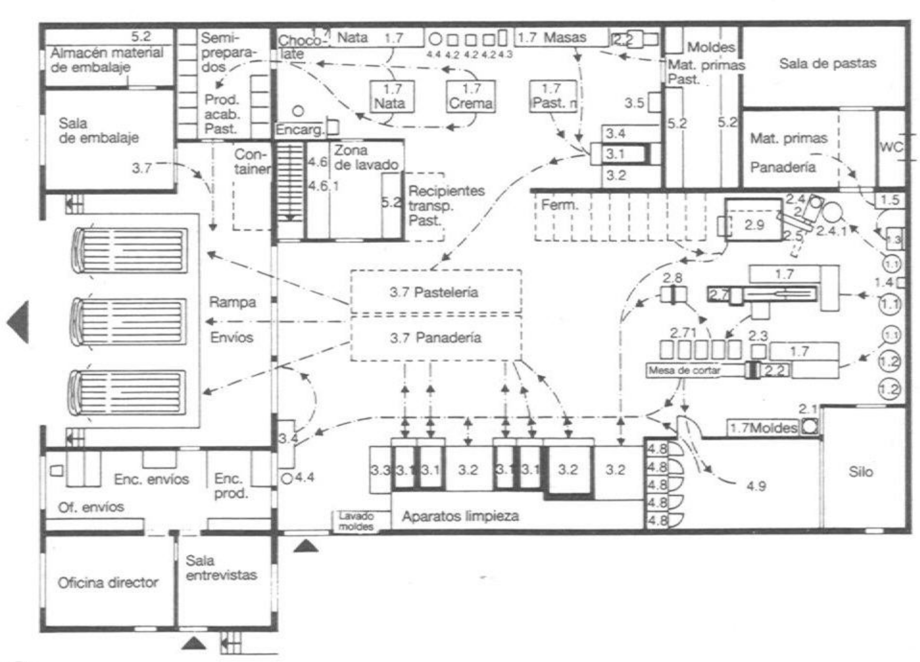
1 Preparación de masas
1.1 Aparato de amasar
1.2 Artesa
1.3 Báscula mural o de sobremesa (extracción harina)
1.4 Lavamanos – aparato mezclador de agua con dosificador
1.5 Mesa de aditivos
1.6 Mesa de trabajo y recipiente de harina
1.7 Mesa de trabajo
1.8 Mezclador

2 Manipulación de masas
2.1 Amasadora
2.2 Rodillo
2.3 Aparato de heñido
2.4 Aparato de partición (con báscula)
2.5 Trituradora
2.6 Rodillo largo
2.7 Aparato de panecillos
2.8 Bobinadera
2.9 Partidor hidráulico

3 Panificación
3.1 Horno
3.2 Sala de fermentación
3.3 Aparato de inmersión
3.4 Mesa auxiliar revestida con hojalata (vidrio, etc.)
3.5 Lavamanos
3.6 Máquina de limpiar hojalata
3.7 Almacén de productos acabados

4. Pastelería
4.1 Mesa fría
4.2 Máquina de remover y agitar
4.3 Agitador orbital
4.4 Hornillo de gas
4.5 Amasadora de materias grasas
4.6 Fregadero con escurridor
4.6.1 Máquina de centrifugar
4.7 Armario climatizado para nata
4.8 Congelador
4.9 Interruptor de fermentación
4.9.1 Cámara frigorífica (pavimento rehundido aprox. 200 mm)

5 Otros
5.1 Sumidero en el suelo
5.2 Estantes



④ Ejemplo de planta



(1) Ejemplo de una carnicería



(2) Ejemplo de una sastrería Planta baja



(3) Ejemplo de un taller de radio y televisión. Planta baja

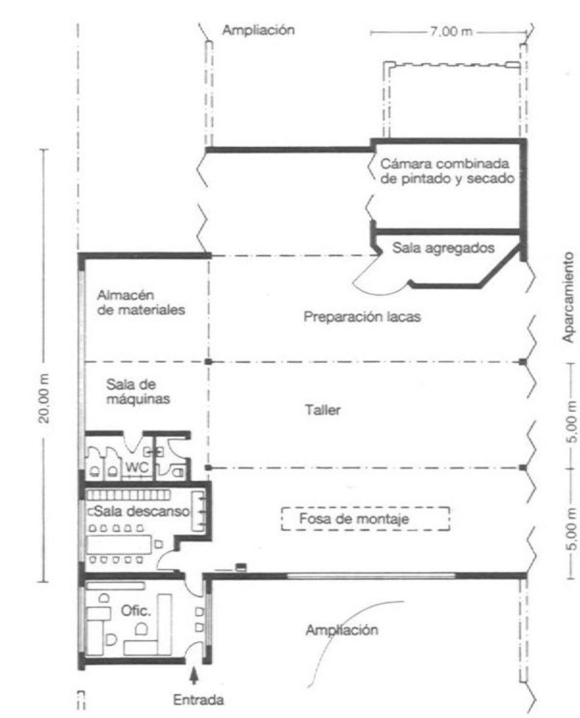
Información: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Haus der Wirtschaft, Willibleicher-Str., 19 7000 Stuttgart 1 → 🕮

Carnicería → (1) planta modelo: 6–7 empleados
Proceso de elaboración de salchichas: la carne entra en la sala de máquinas (picar y embutir), en la cámara de ahumado y luego en la caldera de cocción (cocina de salchichas), y de aquí va a la cámara frigorífica o a la tienda.
Altura de las salas de trabajo (según en el tamaño del establecimiento) ≧ 4,0 m. Anchura de los pasillos para el paso de productos ≧ 2,0 m. Puesto de trabajo delante de la trituradora y de la embutidora: 1,50 m por delante y 1,0 m a cada lado = 3,0 m². Separación de las máquinas a la pared (para reparaciones) 40–50 cm. Para las máquinas de frío que funcionan día y noche, es necesario prever un aislante del ruido. Tomas de agua con conexión para mangueras en la cocina de salchichas, sala de máquinas y sala de salazón. Pavimento impermeable y antideslizante, preferiblemente de baldosas estriadas con desagüe. Paredes alicatadas. Buena iluminación general: 300 lux en los puestos de trabajo. Prever una sala de descanso, taquillas, WC y duchas para los empleados. Observar las normas sobre industria, edificación y seguridad e higiene en el trabajo → Directrices 🕮.

Sastrerías de señoras y caballeros → (2) ejemplo de planta para 10 empleados.

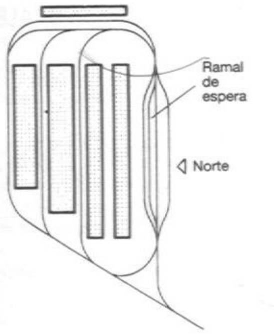
Planificación y equipamiento de un **taller de radio y televisión** → (3). Altura libre de las salas de trabajo ≧ 3 m y 15 m³ de volumen de aire como mínimo por empleado. Debido al elevado riesgo de electrificación, en el taller se ha de colocar un revestimiento del suelo aislante o al menos apoyar las mesas de reparaciones en un material aislante. Según la norma DIN 5035 ha de haber una iluminación nominal mínima de 500 lux. Para el montaje de pequeños componentes electrónicos se necesitan 1500 lux como mínimo.
Las mesas de reparaciones han de tener una amplia superficie de trabajo, a ser posible de 1,00 × 2,00 m. Deben disponer de cajoneras debajo para guardar planos de circuitos, descripciones técnicas de aparatos, etc., así como herramientas en cajones planos.

Ejemplo de un **taller de lacado** → (4) con posibilidades de ampliación.



(4) Ejemplo de un taller de lacado. Planta baja

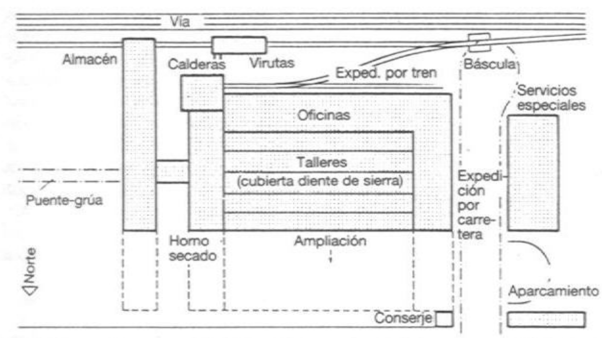
→ 📖



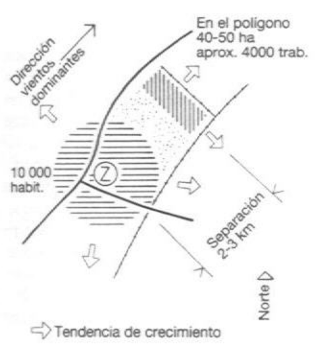
① Esquema de un sistema continuo de vías, en una fábrica situada en diagonal respecto a la vía principal



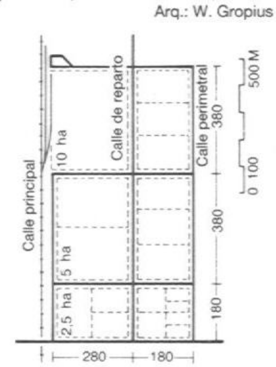
② Complejo industrial junto a un río navegable con posibilidades de ampliación por los dos lados



③ Esquema de un complejo industrial junto a la vía del tren con posibilidades de ampliación hacia la carretera. Fábrica «Fagus-Werk», Alfeld an der Leine;
Arq.: W. Gropius



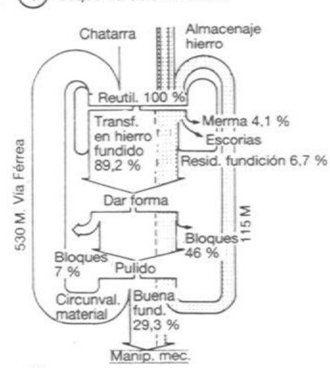
④ Situación del polígono industrial



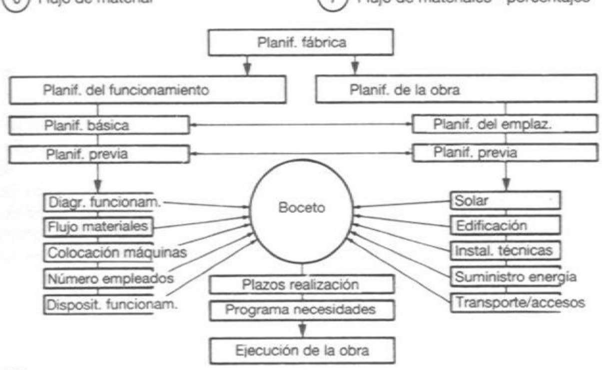
⑤ Esquema de un módulo



⑥ Flujo de material



⑦ Flujo de materiales - porcentajes



⑧ Diagrama de planificación de una fábrica

Planificación

1. Emplazamiento

Factores que influyen en la elección:

1. Materias primas, 2. Mercado, 3. Mano de obra.

La importancia relativa de cada uno de estos factores en la elección del emplazamiento depende de la orientación de la industria correspondiente (1. Coste de las materias primas, 2. Costes de transporte, 3. Costes laborales).

2. Solar

La superficie del solar depende del espacio que necesita el edificio y de los accesos.

En caso de existir un acceso ferroviario, se ha de proyectar cuidadosamente, ya que debido a la limitada capacidad de giro → ①, requiere mucha superficie. Por ello, son favorables los solares con una vía principal que entra en diagonal → ③, de no ser así, se ha de situar el edificio en diagonal.

Generalmente basta con disponer varios ramales en la cabecera de la nave para la carga y descarga mediante un puente-grúa.

En caso de existir un tráfico intenso, las vías han de ser continuas → ①.

3. Programa de necesidades

El programa de necesidades abarca datos sobre:

- Tipo de utilización.
- Tamaño de cada uno de los espacios en m^2.
- Espacios necesarios en el exterior.
- Número de empleados, separado por sexos (lavabos).
- Espacio ocupado por la maquinaria.
- Sobrecargas de uso y cargas puntuales.

Requisitos especiales

- Protección contra ruido y vibraciones, incendios y productos tóxicos y explosivos.
- Tomas de corriente.
- Climatización.
- Recorridos de emergencia hasta el exterior.
- Previsión o posibilidad de ampliación.

4. Proyecto

Para realizar el proyecto es imprescindible planificar cuidadosamente el funcionamiento.

Esquema del proceso de trabajo, según el tipo de fabricación, cálculo aproximado de la superficie necesaria en función de la producción anual o del número de empleados.

Si no se dispone de valores empíricos, el ingeniero responsable de la fabricación ha de calcular la superficie útil necesaria, basándose en la maquinaria a utilizar e instalaciones de servicio.

Bases de la planificación del funcionamiento a partir de los siguientes análisis:

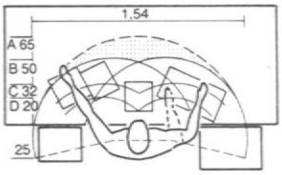
- Diagrama de funcionamiento (sistema de fabricación).
- Flujo de materiales (criterio esencial para valorar la rentabilidad, factor importante para la distribución general).
- Colocación de las máquinas.
- Mano de obra empleada.
- Espacios necesarios.
- Listado de edificios.

Boceto de distribución: punto de partida para la posterior planificación de la industria (asignación de empleados, materiales y máquinas, que proporcionen el menor coste de producción por unidad).

Las bases para la planificación de la fábrica deben contemplar también: la capacidad de adaptación; la capacidad de ampliación y la rentabilidad. Indicación: técnica de planificación mediante mallas u otros métodos → ⑧.

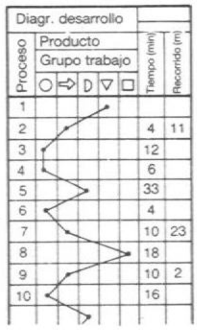
EDIFICIOS INDUSTRIALES

DIN 18225 →

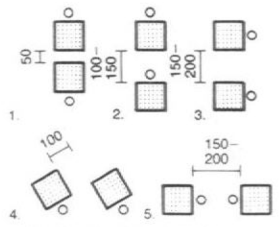


A – Alcance máximo con la mano ~ 65 cm
B – Límite psicológico alcance con la mano ~ 50 cm
C – Zona alcance normal con la mano ~ 32 cm
D – Límite interior del alcance con la mano 16–20 cm

(1) Medidas directrices para las «zonas de alcance óptimo» en un puesto de trabajo, según Stier

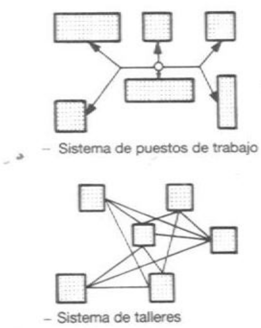


(2) Proceso de fabricación

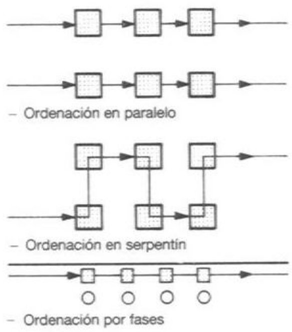


- Trabajo en bancos de trabajo máquinas pequeñas 10–15 m^2
- Máquinas normales 15–40 m^2
- Porcentaje de circulación y almacenaje 30 %

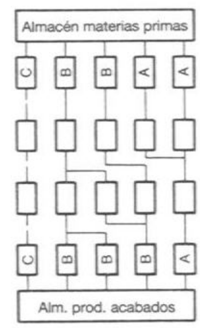
(3) Valores directrices del espacio necesario en las fábricas de maquinaria



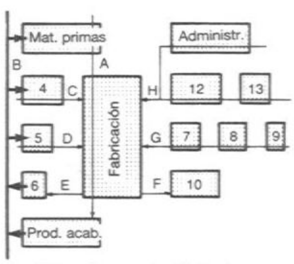
(4) Sistemas de fabricación



(5) Sistemas lineales/de flujos

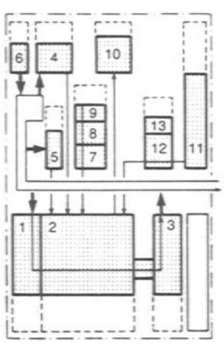


(6) Proceso de fabricación, sistema de flujos



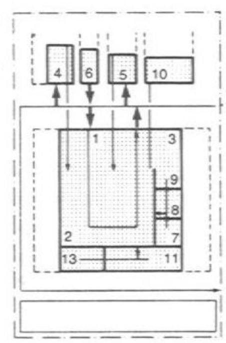
A – Fabricación
B – Transporte
C – Energía
D – Expedición
E – Residuos
F – Control
G – Mantenimiento
H – Personal

(7) Diagrama de funcionamiento de las tareas principales

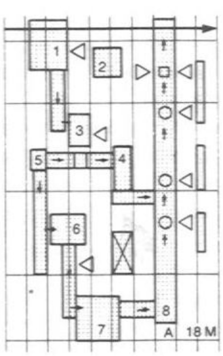


1 Almacén materias primas y recepción
2 Fabricación
3 Almacén prod. acabados y expedición
4 Suministro de energía
5 Envíos
6 Residuos
7 Taller
8 Mantenimiento
9 Laboratorio
10 Puesto de control
11 Administración
12 Sala descanso
13 Formación

(8) Complejo industrial abierto



(9) Complejo industrial cerrado



(10) Instalaciones de fabricación

Símbolos de planificación		AMSE	VDI
N.°	Tarea		
1	Manipulación	○	+
2	Almacenaje	▽	△
3	Atrasos	D	D
4	Control	□	□
5	Transporte	⇨	>
6	Elaborar		○
7	Fabricar + controlar	⊚	□

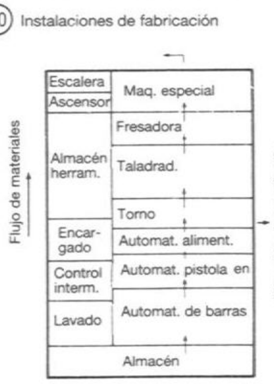
Los símbolos propuestos por el VDI son válidos en Alemania, aquellos propuestos por el ASME se recomiendan para las aplicaciones internacionales

(11) Símbolos de planificación

N.°	Conexión	
1	Puesto de servicio (operador)	▼
2	Electricidad (eléctrica)	E
3	Agua (hidráulica)	H
4	Aire comprimido (neumática)	P
5	Medio frío (refrigerante)	C
6	Basuras (residuos)	W

Símbolos de empleo universal para las conexiones de instalaciones

(12) Conexión a las instalaciones



(13) Dirección de ampliación en perpendicular al flujo de materiales

Superficie necesaria en función del número de empleados en los talleres y en las oficinas de fábricas de mecánica de precisión de varias plantas (según Hertlein):

Superficies útiles:
Espacios densamente ocupados 4,5 – 5,0 m^2/empleado
Suplemento para cuartos auxiliares 2,0 – 2,5 m^2/empleado
6,0 – 7,5 m^2/empleado

Superficies auxiliares:
Escaleras 0,3 – 0,6 m^2
Lavabos 0,2 – 0,4 m^2
Vestuarios 0,5 – 1,0 m^2

(14) Ejemplo de los valores directrices respecto a la superficie necesaria

Pasillos 0,5 – 1,5 m^2
Ascensores 0,0 – 0,2 m^2
Espacios auxiliares y al aire libre 0,5 – 0,8 m^2
2,0 – 4,5 m^2/empleado
Superficie total 8,0 – 12,0 m^2/empleado
en promedio: 10,00 m^2/empleado

No se pueden proporcionar valores directrices universalmente válidos para la superficie necesaria de las industrias; ya que las hipótesis de cálculo varían debido a la constante evolución de los medios técnicos.

(15) Ejemplo de los valores directrices respecto a la superficie

5. Producción

Planificación de la fabricación
En Alemania, el REFA (Instituto de Estudios Laborales) realiza estudios de métodos y tiempos desde 1924. Diagramas de desarrollo del trabajo: la representación de las tareas de un proceso de fabricación es la base para planificar la situación de la maquinaria y el flujo de materiales.
Sistemas de fabricación según la ordenación de los medios y el proceso de fabricación:
1. Sistema de puestos de trabajo, 2. Sistema de talleres, 3. Sistema lineal, 4. Sistema en hileras, 5. Sistema de flujos. El proceso de fabricación puede recorrer varios sistemas/nudos de fabricación (punto de partida – punto final) forma básica: suministro – almacén de materias primas – fabricación (preparación – elaboración – almacenaje intermedio – montaje – comprobación) almacenaje de productos acabados – entrega. → (4) (5) (6).

6. Planificación de la obra

Ejemplo de métodos de planificación: modo boceto, planificación según ejes funcionales, planificación por ejes reticulares → .
Módulo básico M = 10 cm.
Medida directriz en la construcción de edificios industriales: 6 M = 60 cm, separación entre las líneas de sistematización horizontales p.e.: 1,80 – 3,60 – 5,40 – 10,80 – ...(¡véase ordenación de medidas!). Valores directrices de las superficies necesarias para maquinaria en las fábricas: puesto de trabajo con banco de trabajo y pequeñas máquinas 10–15 m^2/empleado, máquinas normales 15–40 m^2/empleado, suplemento para circulaciones 30 % → (3).

7. Circulaciones

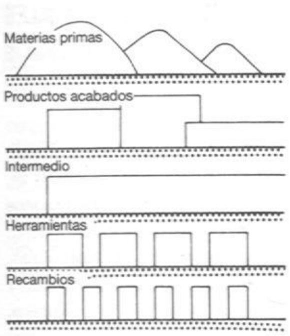
La disposición y anchura de los recorridos interiores depende de la colocación de las máquinas, del número de empleados y del proceso de fabricación, se han de vigilar las circulaciones punta en los cambios de turno de trabajo. En casos excepcionales, la anchura de los pasillos de conexión puede ser de 0,60 m.

Número de personas (en la entrada)	Anchura* normal
hasta 5	0,875 m
hasta 20	1,000 m
hasta 100	1,250 m
hasta 250	1,750 m
hasta 400	2,250 m

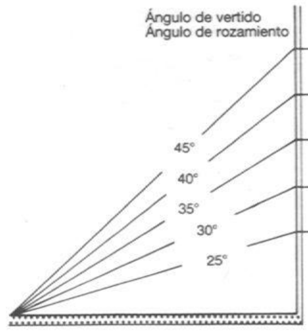
*Medida de obra bruta

La altura libre en los pasillos ha de ser como mínimo de 2,00 m.

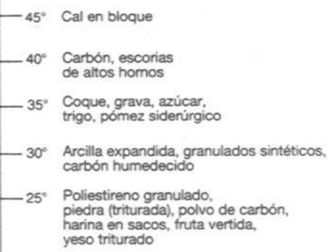
Debajo de los dispositivos elevadores de transporte se ha de colocar una protección en las zonas de circulación, siempre que exista un peligro de accidente por caída del material transportado. La altura del elemento de protección no ha de ser inferior a 2,00 m.



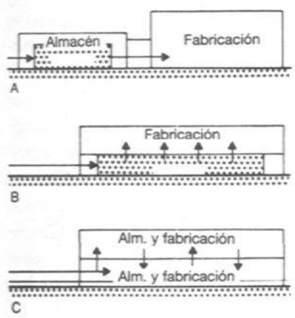
(1) Tipos de almacenaje



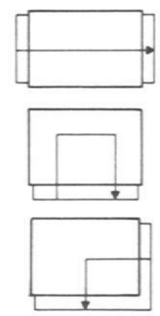
(2) Ángulo de vertido, ángulo de rozamiento



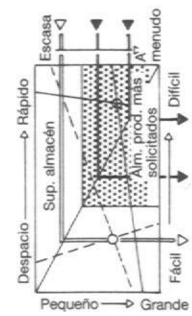
(3) Materiales almacenados → (2)



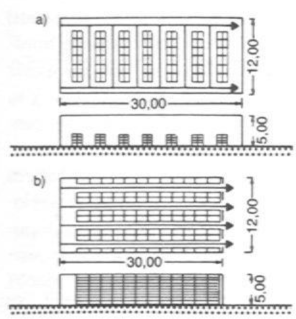
(4) Situación de los almacenes



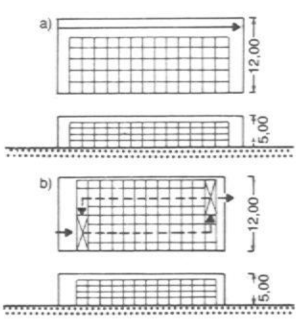
(5) Relación entre el flujo de material y los puntos fijos



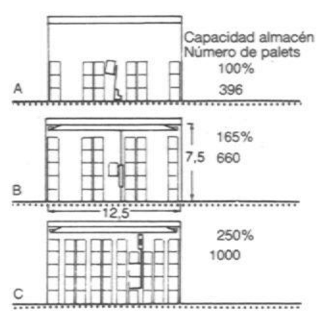
(6) Relación entre el flujo de materiales y el género almacenado



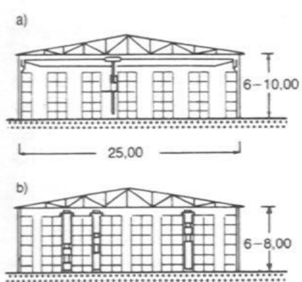
(7) Aprovechamiento insuficiente (a) y óptimo (b) de la superficie y altura del almacén



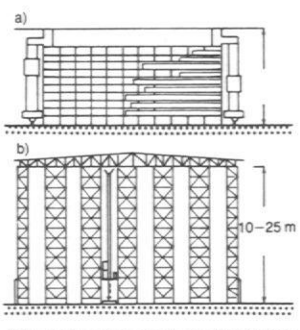
(8) a) Módulo de almacenaje con aprovechamiento óptimo del espacio
b) Módulo de almacenaje circular



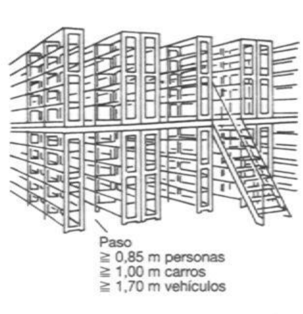
(9) Posibilidades de utilización de una nave destinada a almacén



(10) a) Almacén universal con grúa estibadora en forma de puente-grúa o grúa suspendida
b) Almacén con estanterías empotradas para palets



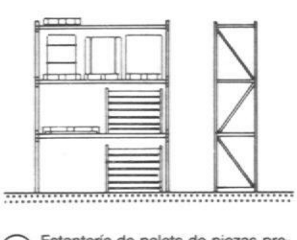
(11) a) Almacén con paso a través con dispositivos mecánicos de acceso a los estantes
b) Instalación con estanterías altas



(12) Estanterías de uno o dos pisos de elementos modulares de madera o acero



(13) Estanterías prefabricadas



(14) Estantería de palets de piezas prefabricadas (sistema «Rack»)



(15) Sistema de armarios con estantes, dimensiones según el fabricante

EDIFICIOS INDUSTRIALES

→ 📖

Planificación del almacén:
El almacenaje forma parte de la fabricación y del flujo de material. Unidad de almacenaje = unidad de transporte = unidad de fabricación = unidad de envío. Reducir ampliamente los «residuos de fabricación», integrarlos (almacén fluido) o evitarlos.
Bienes almacenados:
Almacenaje de género a granel en función de la cantidad → (2). Grandes cantidades: Silos, naves, bunkers, montones. Cantidades pequeñas: cajas, cestas, tinas, cubetas.
Ordenación del almacén:
Almacenaje y fabricación en el mismo nivel → (4) A.
Almacenaje debajo del nivel de fabricación → (4) B.
Almacenaje y fabricación, según el uso, en dos o más niveles → (4) C.
Determinación de las coordenadas del «lugar ideal de almacenaje» en función de los aparatos de almacenaje, para optimizar tiempos y espacio (aprox. 1/3 del almacén total) → (6). Aparatos de almacenaje en una nave existente: las estibadoras de 2 t necesitan una anchura de 3,45 m en los pasillos, se pueden superponer tres contenedores en vertical → (9) A. Las grúas de almacenaje permiten apilar mercancías hasta la altura del puente grúa; hasta 5 contenedores → (9) B. Las grúas de almacenaje con elementos de suspensión mecánicos, que rodean los contenedores, necesitan una anchura de paso menor, volumen almacenado 250 % → (9) C.
Estructura para estanterías altas:
1. Estructura de acero: cubierta y paredes del almacén, así como raíles de guía para el dispositivo de transporte.
2. Estructura de hormigón armado: las estanterías se montan mediante travesaños y montantes adosados a las paredes de hormigón.
Ventaja: mayor estabilidad, posibilidad de separar espacios (sectores de incendios). Control: sistema de tarjetas perforadas, accionamiento off-line, sistema on-line → (10) – (11).

EDIFICIOS INDUSTRIALES

TÉCNICAS DE ALMACENAJE Y TRANSPORTE → 📖

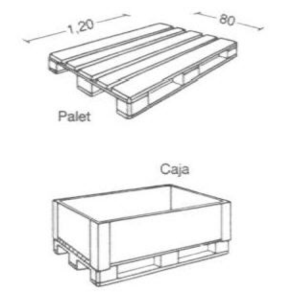
Palets de la Asociación Europea de Palets (desde 1960). Medidas estándar: 0,80 × 1,20 m, según DIN 15141. Palets planos (palet de cuatro vías de madera, peso: aprox. 28 – 32 kg) → ①. Paleta con caja de entramado y paredes fijas de religa de acero, máxima altura de apilado: 5 unidades.

El transporte es una parte del flujo de material. Ahorro de material mediante una progresiva simplificación de los medios auxiliares de transporte. Elegir aparatos de transporte unitarios (por ejemplo «Poolpalets»), adaptación de las técnicas de transporte a las tareas de transporte y requisitos técnico-constructivos. Transporte por pasillos, diferentes aparatos → ④ – ⑤. Altura de almacenaje hasta 6 m, en casos especiales hasta 10 m, mediante estibador hidráulico. Rentable debido al reducido coste de instalación; utilizando unidades de almacenaje (palets) se eliminan las tareas de transbordo, pero no han de existir desniveles en los recorridos y su superficie ha de tener la resistencia adecuada.

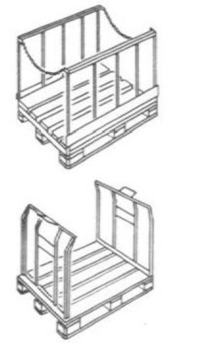
Transporte continuo: dispositivos de succión y presión (materiales de vertido y líquidos). Dispositivos para materiales de vertido: toboganes, hélices, cadenas → ⑨. Dispositivos para elementos sólidos o unidades de carga para materiales de vertido (cajas): cintas transportadoras, cintas de ruedas → ⑦ – ⑧.

Grúas = «Dispositivos elevadores con guías». Dispositivo elevador más sencillo: tren de botellas (también de accionamiento eléctrico) con una potencia de 0,5 a 5,0 t. Movilidad horizontal adicional mediante gatos suspendidos o poleas.

Las grúas oscilantes → ⑩ – ⑪ permiten elevar cargas en cualquier punto de una superficie determinada.



① Palets y elementos suplementarios



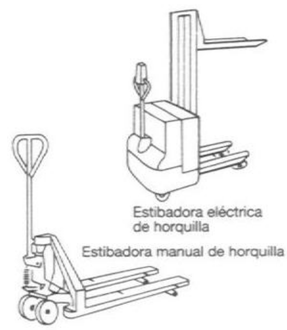
② Bastidores de superponer → ①



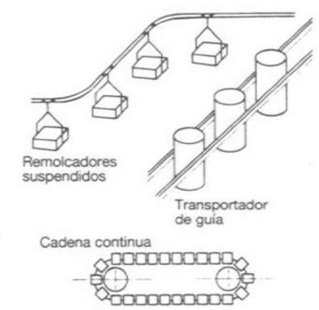
③ Contenedores para palets



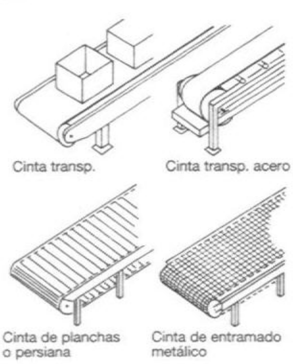
④ Carretillas



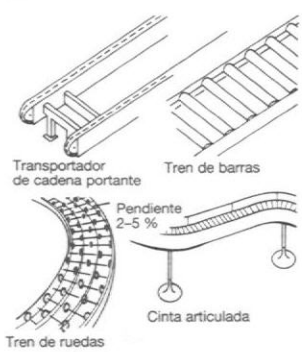
⑤ Estibadoras



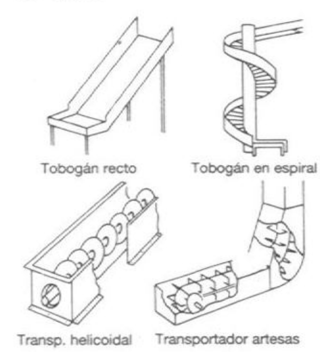
⑥ Transportador continuo elementos sueltos



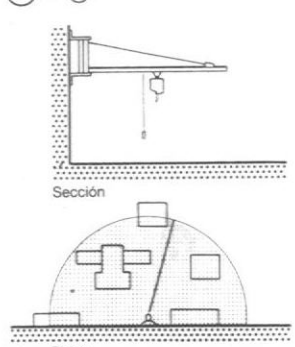
⑦ → ⑥



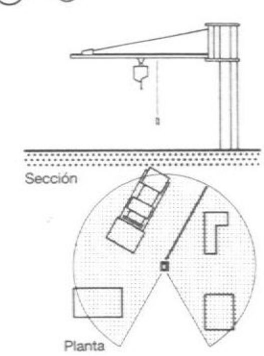
⑧ → ⑥



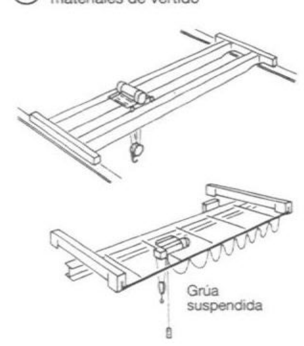
⑨ Transportadores continuos para materiales de vertido



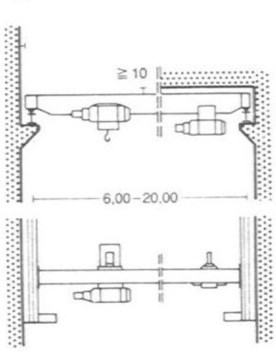
⑩ Grúa mural giratoria



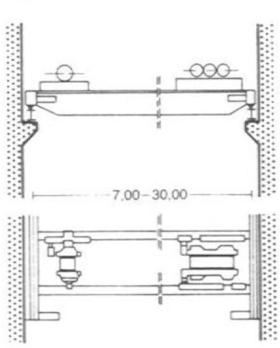
⑪ Grúa giratoria de mástil



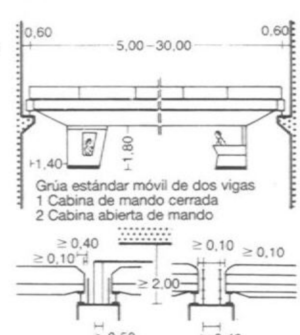
⑫ Puentes-grúa



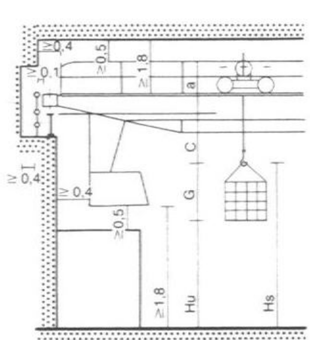
⑬ Grúa estándar de una viga
Capacidad de carga: 0,5 – 6,0 t



⑭ Grúa estándar de dos vigas
Capacidad de carga: 2 – 20 t



⑮ Grandes puentes-grúa y distancias de seguridad

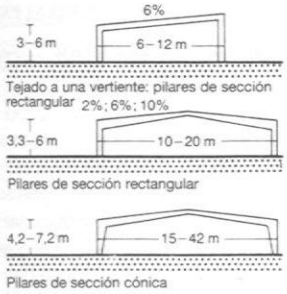


⑯ Distancias de seguridad para grúas móviles con cabina de mando

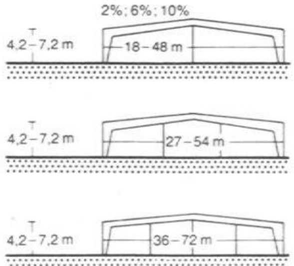
EDIFICIOS INDUSTRIALES

CONSTRUCCIÓN DE NAVES

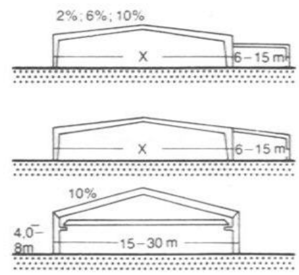
→ 📖



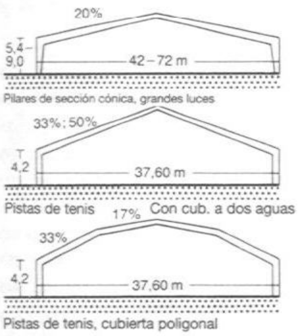
(1) Naves sin pilares intermedios



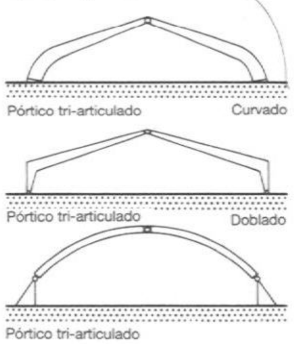
(2) Naves modulares con pilares principales y secundarios



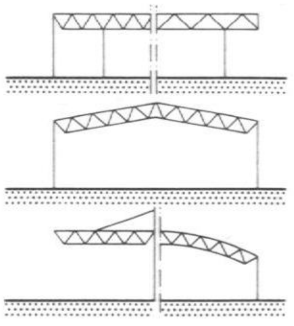
(3) Pórticos como unidad constructiva para todos los tipos de naves



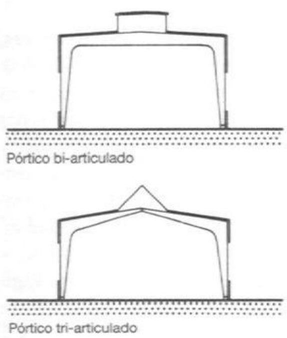
(4) Nave sin pilares intermedios; pistas de tenis



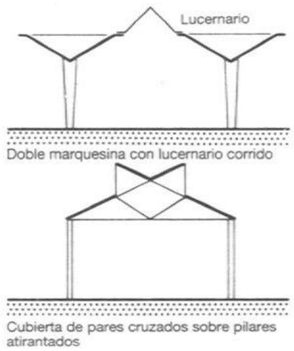
(5) Estructura de madera laminada



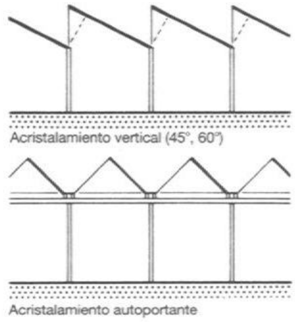
(6) Sistemas sencillos para naves, la geometría de las mallas espaciales permite varias posibilidades



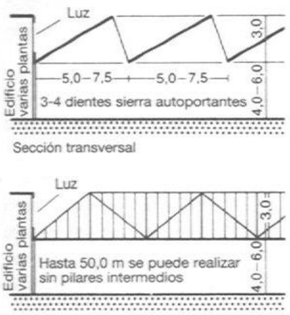
(7) Estructura de madera laminada con lucernario en la cumbrera



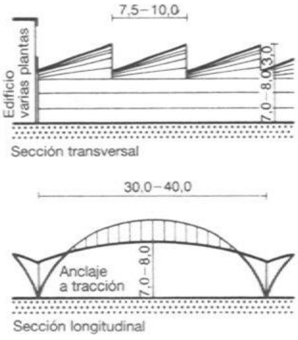
(8) Cubierta de pares cruzados sobre pilares atirantados



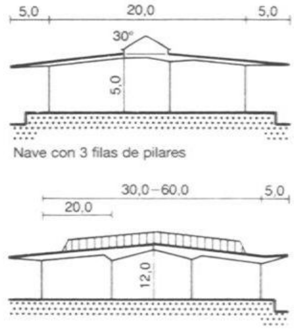
(9) Naves con acristalamiento en los dientes de sierra



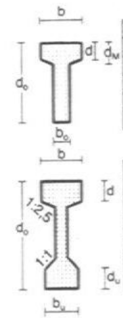
(10) Sección longit. cubierta en diente de sierra con jácenas transversales de celosía en la superf. acrist.



(11) Cubierta abovedada



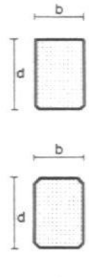
(12) Nave con lucernario transversal y pórticos en cantilever



Medidas en mm			
b	370	400	440
b_o	120	150	190
d	150	150	150
d_M	200	200	200
d_o	600–1800		

b	300	400	500
b_u	300	300	400
$d_{o(p)}$	900	1200	1500
$d_{o(s)}$	1200	1500	1800
b_o	120	120	120
d	150	150	150
d_u	120	120	120

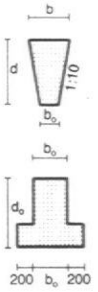
(13) Piezas prefabricadas de hormigón
– Vigas: perfil T
perfil I



Medidas en mm					
b \ d	400	500	600	700	800
200					
300					
400					
500					
600					

b \ d	300	400	500	600	800
300					
400					
500					
600					

(14) Piezas prefabricadas de hormigón
– Viguetas/correas:
esquinas inferiores redondeadas
– Pilares: todas las esquinas redondeadas



d	b_o	b	Clase resistencia al fuego >450°C	350°–450°C
350	80	150	F 30-A	
	120	190	F 60-A	F 30-A
	160	230	F 90-A	F 60-A
500	80	180	F 30-A	
	120	220	F 60-A	F 30-A
	160	260	F 90-A	F 60-A

b_o \ d_o	500	600	700	800	900	1000
300						
400						
500						
600						

(15) Piezas prefabricadas de hormigón
– Correas
– Viguetas: perfil ⊥

Ventajas de las construcciones de una planta:
– Menor coste de construcción por m^2/m^3.
– Luz natural uniforme.
– Posibilidad de soportar grandes cargas sobre el suelo.
– Menor peligro de accidentes en subsuelos difíciles.
Inconvenientes de las construcciones de una planta:
– Gran pérdida de calor (claraboyas).
– Elevados costes de mantenimiento.
– Se necesita un solar de mayor tamaño.

Las estructuras de madera sólo se emplean en construcciones ligeras. Para cubrir grandes luces se emplean sobre todo los modernos sistemas de entramados con uniones que ahorran material (nudos con espigas anulares, bulldog, etc.) o cerchas encoladas de alma llena → (5).

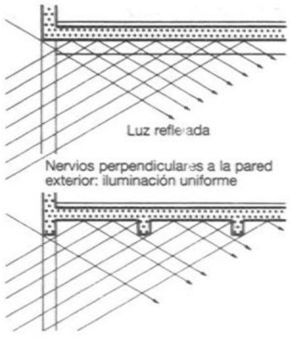
Emplear estructuras de acero en los edificios industriales ofrece bastantes ventajas, ya que es fácil realizar ampliaciones y modificaciones en acero. Mayores costes de mantenimiento (pintura) que en las estructuras de obra de fábrica.

Estructuras de hormigón armado: realizadas con hormigón «in situ» o con piezas prefabricadas. Más resistente a los agentes químicos que el acero, por ello es necesario en determinados edificios industriales. Con armaduras normales (barras corrugadas) para luces pequeñas. Para grandes luces suele emplearse hormigón pretensado (generalmente piezas prefabricadas) → (13) – (15) dimensiones. En las construcciones ligeras las estructuras más rentables son aquellas con 5 a 7,5 m de separación entre viguetas y luces de 10 a 30 m.
Cuando no interesan los pilares intermedios se pueden cubrir luces mayores de hasta 50 m → (10). Para ahorrar altura, las jácenas (cerchas o celosías) pueden aprovecharse como entrada de luz natural, cubiertas en diente de sierra → (9) – (12). A ser posible no emplear tirantes a tracción de arriostramiento, sino pórticos arriostrados a través de la cimentación → (1) – (5). Al decidir las separaciones entre pilares: se ha de tener en cuenta la colocación de las máquinas, las circulaciones y los radios de giro de los vehículos interiores.

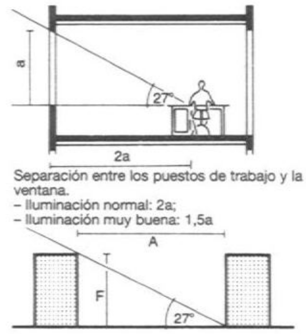
La altura de las naves depende muchas veces del tamaño del puente grúa. De acuerdo con la capacidad de carga, la altura libre por encima del canto superior de las guías del puente grúa ha de ser de 1,6 a 3,4 m. Las naves de altura mayor casi nunca presentan ventajas en cuanto a ventilación, es más importante que posean las renovación de aire adecuada dimensionando correctamente los correspondientes dispositivos de ventilación (ventanas, conductos de ventilación y calentadores de aire).

EDIFICIOS INDUSTRIALES

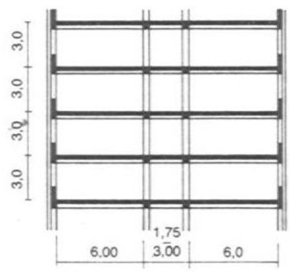
EDIFICIOS DE VARIAS PLANTAS → 📖



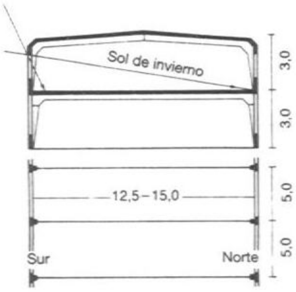
① Nervios paralelos a la pared exterior: reflexión desigual, iluminación más débil



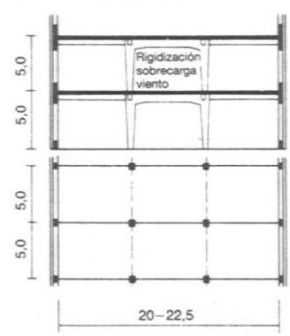
② Separación adecuada entre edificios para conseguir una buena iluminación interior



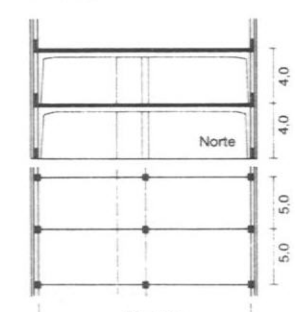
③ Profundidad de los edificios dada la altura de las plantas



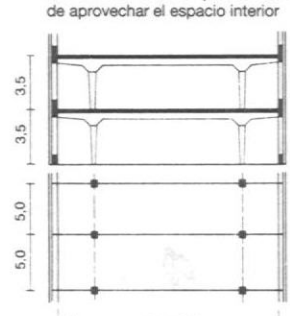
④ Plantas diáfanas sin pilares intermedios



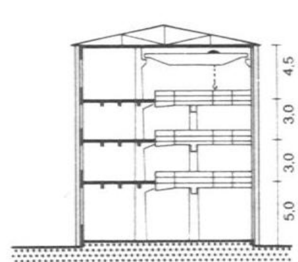
⑤ Los pórticos de varios vanos presentan ventajas estructurales, pero suelen disminuir las posibilidades de aprovechar el espacio interior



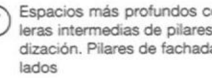
⑥ La hilera intermedia de pilares permite situar a su lado un pasillo central, dejando el espacio mayor a norte



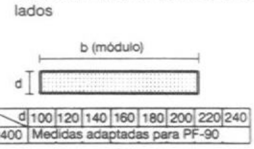
⑦ Espacios más profundos con 2 hileras intermedias de pilares de rigidización. Pilares de fachada articulados



⑧ Edificio de varias plantas con naves adosadas y equipadas con puentes grúa. Simultáneamente sirve para transportar género a los balcones en voladizo de plantas superiores



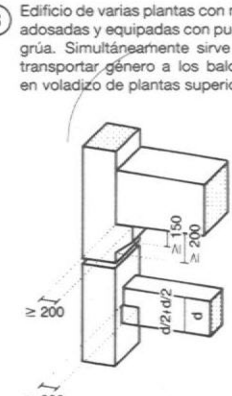
b \ d	100	120	140	160	180	200	220	240
2400	Medidas adaptadas para PF-90							



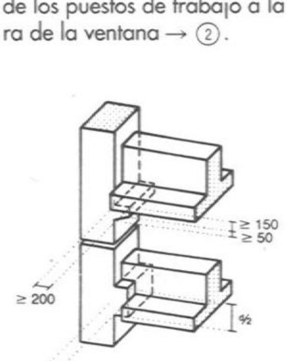
dR		300	400	500	600	700
b_o	$T_{crit.}$ > 450 °C	190	180	170	160	150
	$T_{crit.}$ 350-450 °C	230	220	210	200	190
d	≧ 60 en montajes para PF-90-A					
	≧ 100 en montajes para PF-90-A					
	≧ 50 para eficacia estática					

Capas estructurales de hormigón in situ para perfiles TT

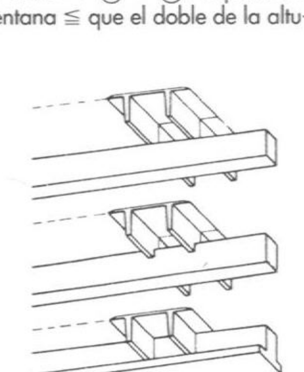
⑨ Losas nervadas de hormigón prefabricado



⑩ Apoyo de las viguetas de sección rectangular en las jácenas



⑪ Viguetas de sección en T invertida (⊥)



⑫ Forjados reticulares, nervios con perfil de doble T (TT)

Ventajas frente a los edificios de una sola planta: menor ocupación en planta, recorridos más cortos entre las secciones, gracias a las posibilidades de comunicación vertical; conductos de instalaciones más cortos; mantenimiento más económico; menos gastos de calefacción; ventilación más sencilla. Apropiados para cervecerías, fábricas de papel, almacenes y otros edificios en los que los materiales se transportan a las plantas superiores y luego descienden por peso propio a las plantas inferiores. La buena iluminación lateral los hace indicados para industrias de óptica, mecánica de precisión, electrónica, productos de alimentación y textil.

Situación: depende de las condiciones urbanísticas y del tipo de industria. Si sólo hay ventanas a un lado, orientarlas a noreste; en los edificios orientados en sentido este–oeste es conveniente disponer ventanas a norte y a sur. En verano el sol apenas entra en el interior y se puede apantallar con facilidad, en cambio en invierno el sol entra casi hasta la fachada opuesta → ④. En la fachada norte: caja de escalera, WC. En el espacio de trabajo no han de existir sombras molestas. En la fachada libre a sur existe la posibilidad de colocar toldos corridos accionados por motor. La mejor iluminación la ofrecen los edificios altos aislados, separados del edificio más cercano el doble de su altura (Ángulo de entrada de luz en la planta baja = 27°) → ②; entremedio pueden construirse edificios de una planta con lucernarios.

Dimensiones: altura mínima del techo para edificios industriales, según la normativa alemana: ≧ 3,0 m, en el sótano y en el ático: ≧ 2,5 m. Profundidad del edificio: en función de la altura de las plantas. Por lo general, la profundidad de las fábricas aisladas por cada fila de ventanas es el doble de la altura de las ventanas → ① (no se incluye el espacio ocupado por un posible pasillo central). Por consiguiente, si la altura de la planta es de 3 m con ventanas hasta el techo en las dos fachadas longitudinales, la profundidad será de 2 · 2 · 3 m + 1,75–3,00 m de pasillo central = 13,75 a 15,00 m → ③. La profundidad más rentable para cubrir un espacio sin pilares intermedios según → ④. Los espacios con 4 m de altura suelen tener una profundidad de 15 a 17,5 m y 1 o 2 filas de pilares intermedios → ⑥. Los espacios con 5 m de altura son rentables con una profundidad de 20 a 22,5 m y 2 filas de pilares intermedios → ⑤ (en la planta ático también pueden cubrirse estas luces sin pilares intermedios, igual que en el ejemplo → ④).

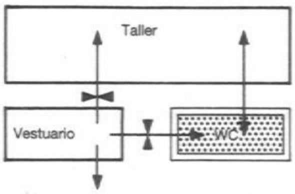
En casos especiales, patios, etc., se puede deducir la profundidad del edificio para una luminosidad deseada, que dependerá del tipo de actividad a realizar en su interior.
Valores aproximados de las superficies necesarias de ventanas:

Almacenes y locales auxiliares:	10 % de la sup. en planta
Talleres para trabajo normal:	12 % de la sup. en planta
Talleres para trabajos de precisión:	20 % de la sup. en planta

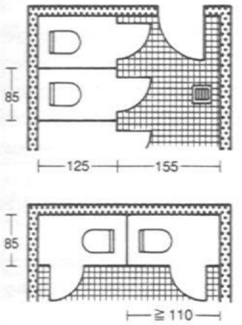
Para espacios con una gran profundidad es conveniente difundir la luz (brise-soleils, celosías, vidrios difusores, etc.), es importante la capacidad de reflexión del techo → ① – ②. Separación de los puestos de trabajo a la ventana ≦ que el doble de la altura de la ventana → ②.



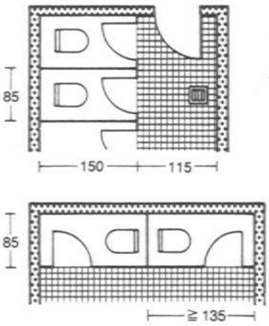
(1) Ámbito de influencia



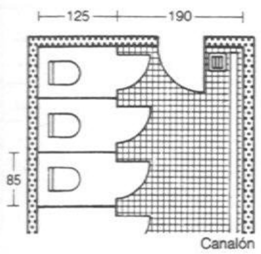
(2) Situación de los inodoros



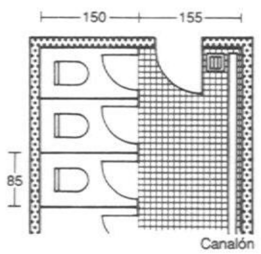
(3) Retretes con puerta de apertura hacia fuera



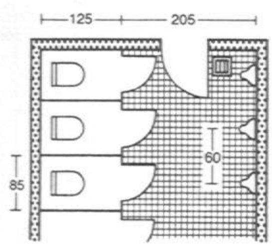
(4) Retretes con puerta de apertura hacia dentro



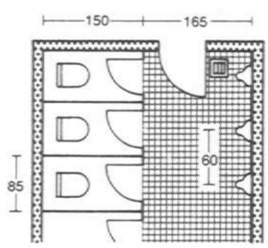
(5) Retretes con puerta de apertura hacia fuera y canalón de desagüe



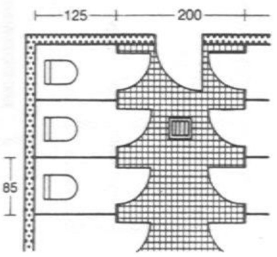
(6) Retretes con puerta de apertura hacia dentro



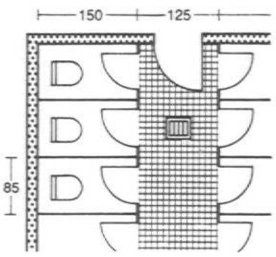
(7) Con puerta de apertura hacia fuera y urinarios



(8) Igual que (7) con puerta de apertura hacia dentro



(9) Retretes enfrentados con puerta de apertura hacia fuera



(10) Con puerta de apertura hacia dentro

EDIFICIOS INDUSTRIALES

INSTALACIONES SANITARIAS

DIN 18229

Talleres
Edificios industriales

Para conseguir un buen ambiente de trabajo es importante diseñar adecuadamente los aseos y salas de descanso para el personal. Entre éstos se encuentran: lavabos, vestuarios → p. 348, duchas y bañeras → p. 346, eventualmente una sauna y baños medicinales.

Lavabos: como máximo a 100 m del puesto de trabajo más alejado, en cadenas de montaje a unos 75 m, en grandes industrias es mejor subdividirlos en unidades más pequeñas, por ejemplo, en cada planta junto a la escalera. Para más de 5 empleados se han de prever lavabos separados para mujeres y caballeros. Y de uso exclusivo para el personal. Si el lavabo no contiene más de 1 inodoro y no tiene acceso directo a una sala de trabajo, descanso o vestuario, no se necesita un distribuidor previo. Los cuartos de inodoros se han de poder cerrar. Si los lavabos tienen ventilación natural, el hueco de ventilación ha de tener una superficie ≧ 1/12 de la superficie en planta. Si el lavabo sólo posee una ventana a un lado, ésta ha de tener como mínimo una superficie de 1700 cm^2/inodoro, o de 1000 cm^2/urinario.

Las instalaciones de inodoros para ≦ 250 caballeros o ≦ 160 mujeres han de tener un sumidero sifónico en el suelo, una toma de electricidad y una toma de agua para manguera. Pavimento antideslizante y fácil de limpiar. Paredes lavables hasta una altura no inferior a 2 m. Temperatura ≧ 21 °C. Delante de los inodoros disponer un distribuidor bien ventilado. Por cada 5 inodoros ha de instalarse ≧ 1 lavamanos, así como un secador de manos. Si se colocan expendedores de jabón, basta con uno para cada dos lavamanos. Colocar ≧ 1 espejo por cada 2/3 lavamanos. Altura mínima en los lavabos si hay menos de 4 inodoros: 2,20 m.

Caballeros							Mujeres					
Número de empleados	Inodoros	Urinarios[1]	Canalón colectivo en m[1]	Lavamanos[3]	Inodoros adicionales	Urinarios adicionales	Número de empleadas	Inodoros	Lavamanos[3]	Inodoros adicionales	Cubos basura[2]	Vertederos
10[4]	1	1	0,6	1	1	1	10[4]	1	1	1	1	1
25	2	2	1,2	1	1	1	20	2	1	1	1	1
50	3	3	1,8	1	1	1	35	3	1	1	1	1
75	4	4	2,4	1	1	2	50	4	2	2	1	1
100	5	5	3,0	2	1	2	65	5	2	2	1	1
130	6	6	3,6	2	2	2	80	6	2	2	1	1
160	7	7	4,2	2	2	2	100	7	2	3	1	1
190	8	8	4,8	2	2	3	120	8	3	3	1	1
220	9	9	5,4	3	3	3	140	9	3	4	1	1
250[5]	10	10	6,0	3	3	4	160[5]	10	3	4	1	1

[1] Se puede multiplicar hasta 1,5

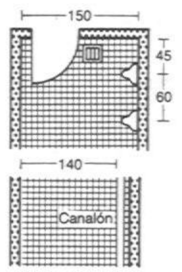
[2] En un cuarto separado para utensilios de limpieza. Prever también un vertedero, si los WC de caballeros están alejados de los WC para mujeres.

[3] Según las ordenanzas de sanidad, en los distribuidores de WC se han de colocar cisternas de agua caliente encima de los lavamanos.

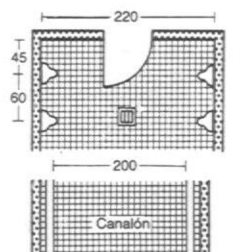
[4] Hasta 5 empleados basta con un lavabo conjunto

[5] Lavabo para no más de 250 empleados o 160 empleadas.

(11) Grandes instalaciones de lavabos, DIN 18 228



(12) Sanitarios a un solo lado, urinarios o canalón colectivo



(13) Sanitarios a ambos lados, urinarios o canalón colectivo

EDIFICIOS INDUSTRIALES

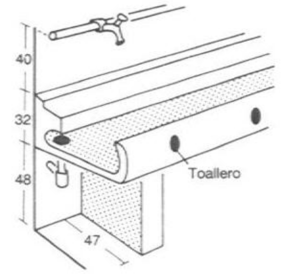
INSTALACIONES SANITARIAS

DIN 18228

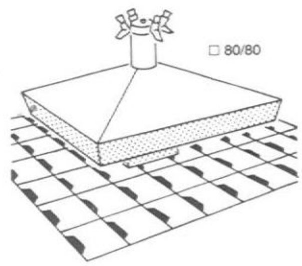
Las instalaciones sanitarias abarcan todos los locales, dispositivos e instalaciones para la limpieza corporal de los empleados. Equipo básico: lavamanos, duchas, bañeras.
Se ha de suministrar agua caliente y fría a todos los aparatos sanitarios.
Toda instalación sanitaria se ha de equipar al menos con un sifón de desagüe, una toma de corriente eléctrica y una toma de agua para manguera.
Durante el período de utilización se han de ventilar adecuadamente con medios mecánicos.
El número de unidades de limpieza para cada 100 usuarios depende del tipo de actividad; actividades poco sucias: 15 unidades; bastante sucias: 20 unidades; muy sucias: 25 unidades, actividades calientes, húmedas, polvorientas, tóxicas, olorosas, de esterilización o farmacéuticas, de manipulación de alimentos: 25 unidades.
Según el tipo de actividad prever una pileta para enjuagarse la boca, en el lugar adecuado, cerca del puesto de trabajo → ①.
La temperatura en los vestuarios y lavabos debería estar comprendida entre 20 y 22 °C. Consumo de agua por persona y día: 50 litros.



① Fuente-surtidor para beber
Accionamiento con palanca manual, a menos de 100 m del puesto de trabajo



② Lavamanos corrido, sistema Rotter



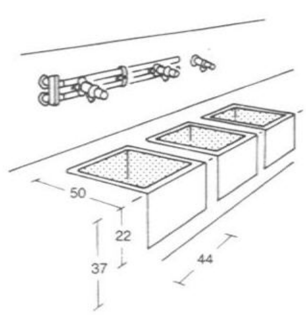
③ Dispositivo para lavarse los pies



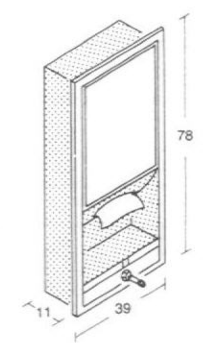
④ Lavamanos tipo fuente
Ocupa un 25 % menos de sitio que el sistema lineal → ② + ⑪

Unidades necesarias para lavarse

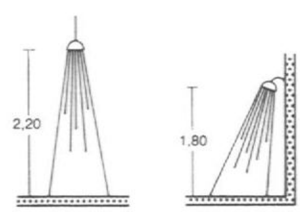
Tipo de industria	Tiempo uso/persona	N.° usuarios por 1 lavado con tiempo de uso	
	min	15 min a	20 min b
Escasa suciedad	2	7	10
Bastante suciedad	3	5	6
Mucha suciedad	4	4	5



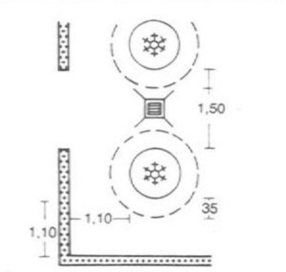
⑤ Piletas para lavarse los pies



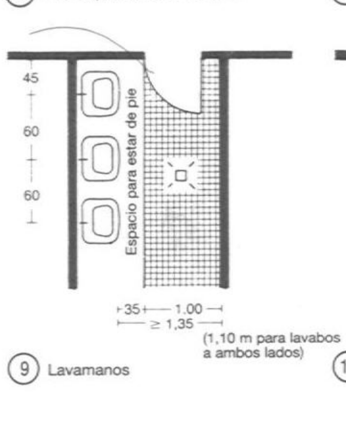
⑥ Expendedor de toallas de papel, papelera y expendedor de jabón



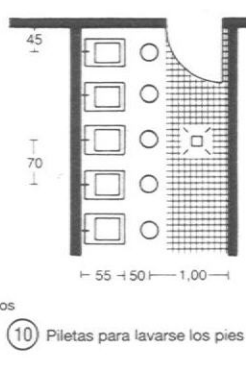
⑦ Altura libre de las rosetas de ducha



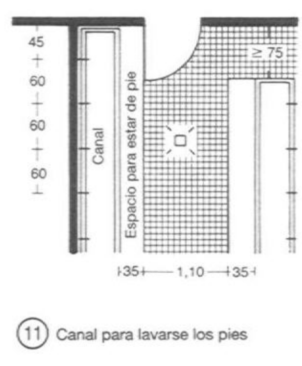
⑧ Espacio necesario en las duchas



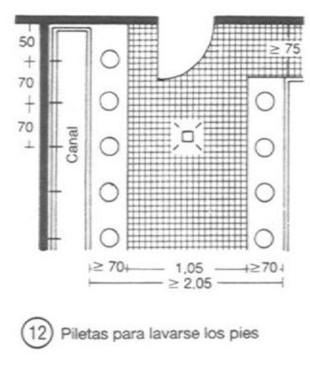
⑨ Lavamanos



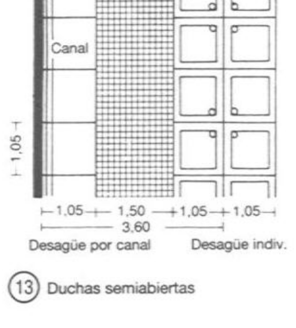
⑩ Piletas para lavarse los pies



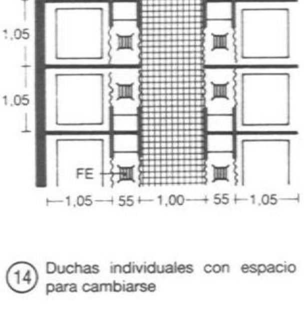
⑪ Canal para lavarse los pies



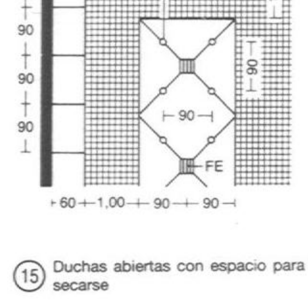
⑫ Piletas para lavarse los pies



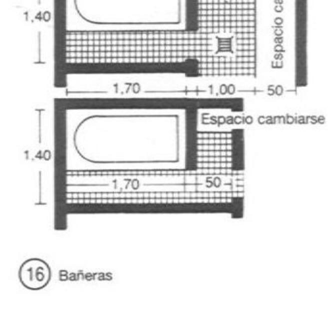
⑬ Duchas semiabiertas



⑭ Duchas individuales con espacio para cambiarse



⑮ Duchas abiertas con espacio para secarse



⑯ Bañeras

Tipo de espacio	Aparatos sanitarios
Aseos[1] mujeres	1 vertedero 1 inodoro para 3 a 10 mujeres o 50 a 100 m² 1 a 3 lavamanos por lavabo o 1 mesa de lavado para 5 inodoros como máximo
Aseos[1] hombres	1 vertedero 1 inodoro para 10 a 15 hombres o 50 a 150 m² de superficie útil 1 a 3 urinarios para 10 a 15 hombres o 50 a 150 m² de superficie útil 1 a 3 lavamanos por lavabo o 1 mesa de lavado para 5 inodoros como máximo
Oficinas	1 mesa de lavado para 8 a 10 personas o 100 m² de superficie útil como mínimo por cada sala de oficinas o un lavamanos para 3 a 7 personas
Cuartos de limpieza	1 vertedero
Cocinas pequeñas	1 aparato para calentar el agua[2] 1 fregadero con escurridor

[1] 10 inodoros como máximo en cada lavabo
[2] Consumo de agua caliente por persona: 0,75 l/día. 1 litro de agua equivale a 5-6 tazas

(1) Instalaciones sanitarias en edificios de oficinas

Mujeres	Inodoros	Bidets	Lavamanos	Vertederos
8 a 10[1]	1	1	1	1
17 a 20	2	1	2	1
25 a 30	3	1 a 2	2 a 3	1
35 a 40	4	2	3	1
45 a 50	5	2	4	1
Hombres		Urinarios		
10 a 15[1]	1	1	1	1
20 a 25	2	1 a 2	1	1
30 a 39	2 a 3	2 a 3	2	1
40 a 49	3	3	3	1
50 a 59	3 a 4	4	3	1

[1] Al proyectar pequeñas oficinas se recomienda duplicar el número de lavamanos, inodoros y urinarios.

(2) Número de aparatos por persona

Espacio	Tipo actividad	Aparatos	
Aseos mujeres[1]	Escasa suciedad	3 lavamanos 3 inodoros 1 bidet 1 vertedero	por cada 10 a 15 mujeres
	Bastante suciedad	3 lavamanos 1 ducha 1 pileta lavado pies 3 inodoros 1 bidet 1 vertedero	por cada 10 a 15 mujeres
Aseos hombres[1]	Escasa suciedad	3 lavamanos 2 inodoros 2 urinarios 1 vertedero	por cada 10 a 15 hombres
	Bastante suciedad	3 lavamanos 1 ducha 1 pileta lavado pies 2 inodoros 2 urinarios 1 vertedero	por cada 10 a 15 hombres
	Mucha suciedad	Igual que antes, pero además 1 polibán para cada 10-15 personas 1 bañera para cada 2-3 personas	
	Con pavimento sucio o caliente	Igual que antes, pero además 1 pileta lavado pies para cada 10-15 personas	
		1 ducha para desinfectar los pies por cada 6-8 duchas 1-2 fuentes para beber por lavabo	
Cuartos de limpieza		1 vertedero	
Cocinas pequeñas[2]		1 vertedero 1 aparato para calentar agua 1 fregadero de dos senos con escurridor	
Salas de trabajo[3]		1 fuente para beber por cada 100 personas	

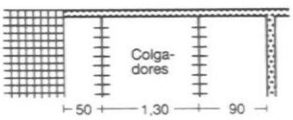
[1] 10 inodoros como máximo en cada lavabo, en los distribuidores para 5 inodoros al menos 1 lavamanos
[2] Consumo de agua hervida por persona: 0,75 l/día. 1 litro de agua equivale a 5-6 tazas
[3] Máxima distancia de un puesto de trabajo a la fuente: 100 m.

(3) Instalaciones sanitarias para fábricas

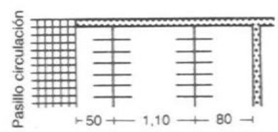
			Número de unidades de lavado necesarias por cada 100 empleados	Lavamanos	Piletas lavado pies	Duchas	Duchas espec. minusválidos (p.e. polibanes)	Bañeras	Bañeras para minusválidos	Fuentes de agua potable
Fábricas con condiciones de trabajo normales	Poco sucias	Oficinas y administración								
		Industria textil, madera y mecánica de precisión	15	10	(10)	4	1	–	–	1
	Bastante sucias	Constructoras, construcción con maquinaria	20	10	(10)	8	2	–	–	1
Condiciones de trabajo extraordinarias	Muy sucias	Industrias con carbón, fábricas de cemento y cal, industrias asfálticas	25	12	–	10	3	–	–	1
	Calurosa	Acerías, fábricas de vidrio, zonas de manipulación de materiales radiantes	25	12	–	10	3	–	–	2
	Polvorienta	Trituradoras de piedra, industrias cerámicas	25	12	–	10	3	–	–	2
	Húmeda	Lavanderías, industrias de teñido	25	16	–	7	3	–	–	1
	Húmeda muy sucia	Minas de carbón, lavado de hulla, manipulación de minerales en bruto	25	12	–	10	3	–	–	1
	Olorosa	Curtido de pieles	25	16	–	7	2	–	–	2
Condiciones de trabajo peligrosas	Manipulación de materias tóxicas, radiaciones radiactivas, portadores de infecciones	Industrias de manipulación de plomo, arsénico, mercurio, fósforo, industrias de manipulación de materias orgánicas como pieles y huesos de animales, laboratorios de isótopos	25	12	–	5	5	5	–	1

(4) Ejemplos del tipo de actividad e instalaciones sanitarias en fábricas

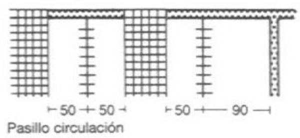
EDIFICIOS INDUSTRIALES
VESTUARIOS, GUARDARROPAS
DIN 18228



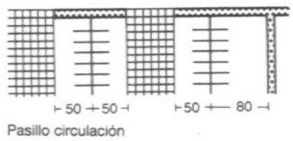
① Vestuarios con ganchos para colgar la ropa



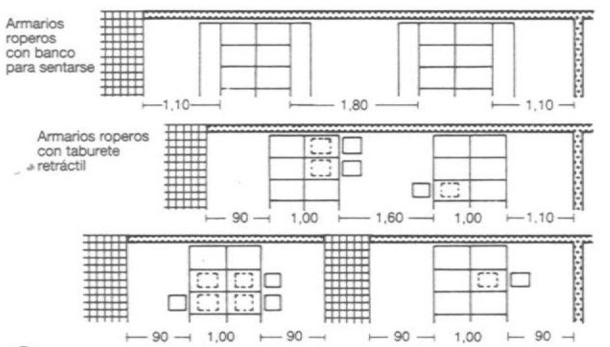
③ Vestuarios con percheros



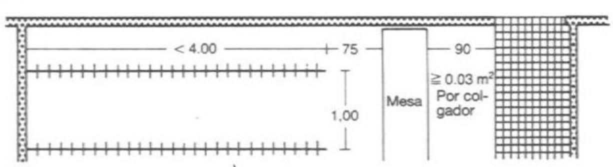
② Vestuarios con ganchos para colgar la ropa, autoservicio



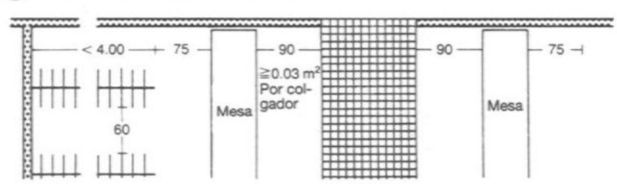
④ Vestuarios con percheros



⑤ Dimensiones mínimas de los vestuarios



⑥ Guardarropa a un lado con colgadores

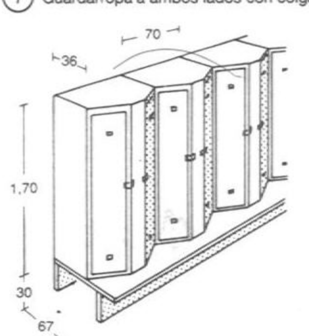


⑦ Guardarropa a ambos lados con colgadores

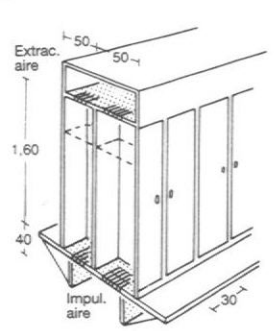
Los vestuarios son cuartos que sirven para cambiarse y guardar la ropa de calle y de trabajo de los empleados.
Por lo tanto, deberían estar situados entre la entrada de personal y los puestos de trabajo y ser accesibles a través de recorridos cortos. Los vestuarios han de tener una altura libre ≧ 2,30 m para una superficie de hasta 30 m² y ≧ 2,50 m si tienen una superficie mayor a 30 m². La superficie mínima de un vestuario es de 6 m². Si no puede incluirse un vestuario por empleado, se ha de instalar una taquilla con cerradura para guardar la ropa y efectos personales para cada empleado → ⑬ − ⑭.
Se han de separar los vestuarios de caballeros de los de mujeres, no han de existir corrientes de aire y han de estar protegidos visualmente.
Es preferible situar las filas de armarios y bancos perpendicularmente a la fachada. A ser posible, los antepechos de las ventanas han de tener la altura de los armarios. Los lavabos han de ser directamente accesibles desde los vestuarios, aunque en espacios separados.

Anchura de los pasillos, según DIN 18225:
Hasta 100 personas ≧ 1,10 m, normalmente 1,20 m; hasta 120 personas ≧ 1,65 m, generalmente 1,80 m; hasta 400 personas ≧ 2,20 m, generalmente 2,40 m → ① − ⑦.
En los guardarropas abiertos, la separación entre ganchos o perchas no debería ser inferior a:
Para la ropa de calle, ganchos: 20 cm, perchas 10 cm. Para ropa de trabajo seca, ganchos 10 cm, perchas 6 cm. Para la ropa de trabajo mojada, ganchos 30 cm, perchas 20 cm → ① − ④.

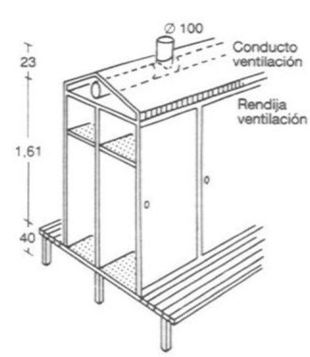
Vestuarios:
1 armario ropero .... por empleado
1 armario doble en industrias sucias
(separación entre ropa de calle y de trabajo) ... por empleado
Superficie necesaria para cambiarse:
Por empleado .... 0,50 m²
Por empleado (con armario y lavamanos) ...... 0,50−0,60 m²
Por empleado (con armario y sin lavamanos) .. 0,30−0,40 m²



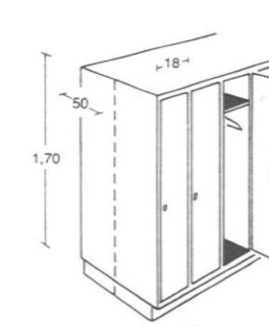
⑧ Armarios roperos de forma trapezoidal, sistema Rotter



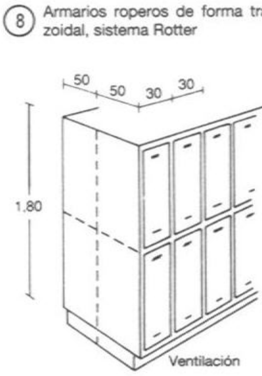
⑨ Dos hileras de armarios roperos ventilados y bancos para sentarse



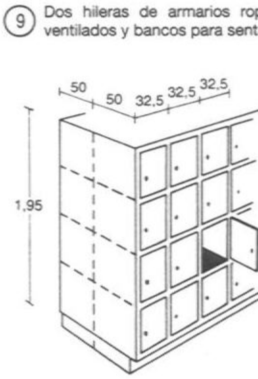
⑩ Armarios roperos con cubierta inclinada y conducto de ventilación



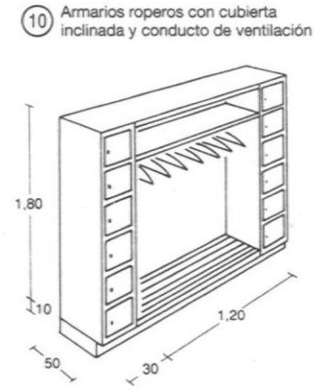
⑪ Armario guardarropa estrecho



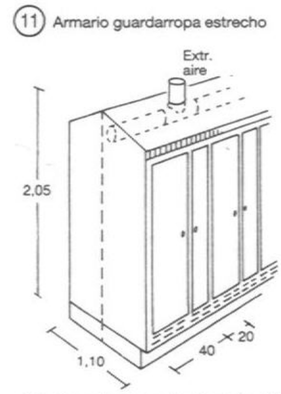
⑫ Hilera doble de armarios



⑬ Armario de taquillas



⑭ Armario de taquillas y guardarropa abierto



⑮ Armario ropero de dos hojas (20 y 40 cm) para la ropa de calle y la ropa de trabajo

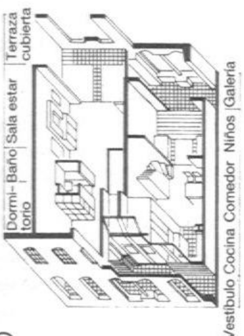
RECONVERSIONES

→ 🕮

Antes complejo de fábricas → ① – ③. Reconversión:
La fábrica de hilados se transformó en ayuntamiento, la fábrica de hilos en edificio de viviendas y comercios. El almacén de lana se convirtió en hotel.
Antes naves de mercado → ④ – ⑦. Reconversión:
Comercios, restaurantes y 1 bar musical. En la planta piso se construyeron oficinas.
Antes silos → ⑧ – ⑨. Reconversión:
Despacho de arquitectura. Se tuvieron que tirar paredes y construir plataformas a modo de puentes para distribuir los silos en diferentes niveles.
Antes presa → ⑩ – ⑪. Reconversión:
Centro de arte, talleres y viviendas.
La antigua presa sirvió hasta 1975 para abastecer de agua a Rotterdam.



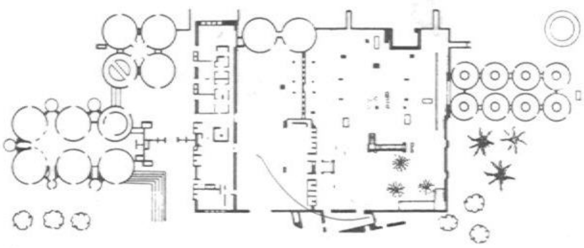
① Fábrica textil «Engelskirchen»
Después: Ayuntamiento, comercios, hotel y viviendas. Plano del conjunto



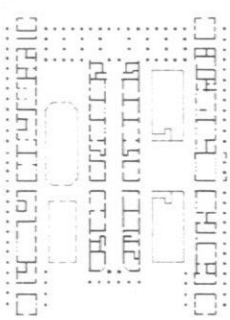
② Viviendas dúplex



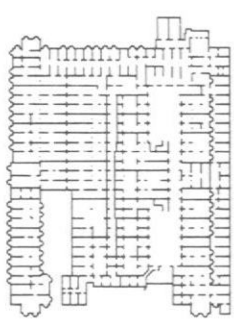
③ Ayuntamiento



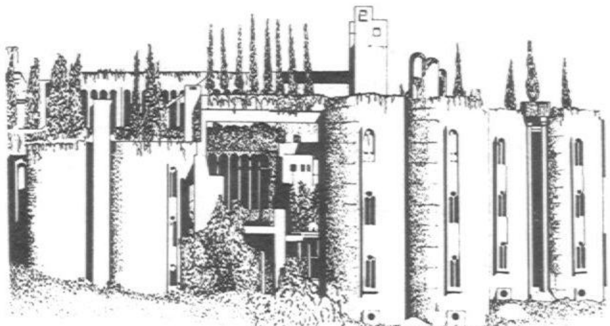
⑧ Planta del conjunto de silos. Después despacho de arquitectura → ⑨



④ Mercado central Coventgarden, Londres → ⑤ – ⑦

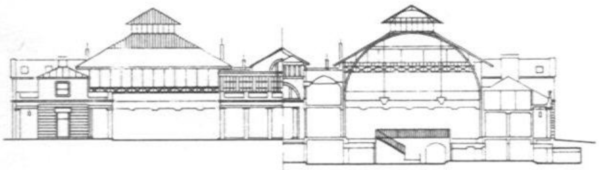


⑤ Planta → ⑥ – ⑦

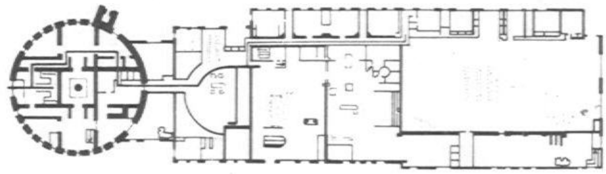


⑨ Vista → ⑧

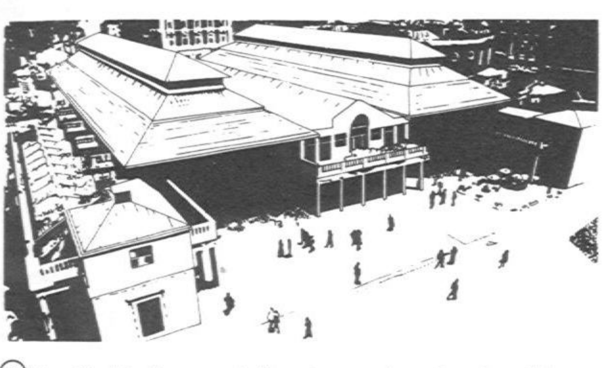
Arq.: Ricardo Bofill



⑥ Sección → ⑦



⑩ Planta del edificio de control de la presa «Honingerdijk». Después centro de arte

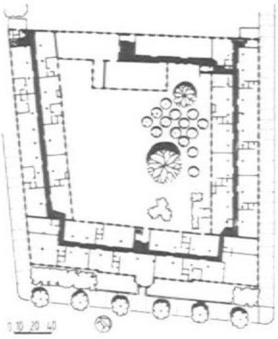


⑦ Complejo del antiguo mercado. Después: comercios, restaurantes y oficinas

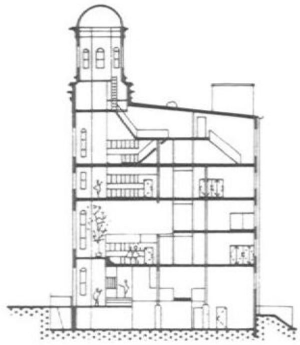


⑪ Sección → ⑩

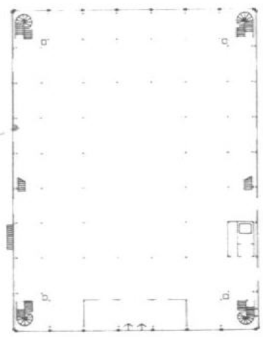
Grupo utópico
Rotterdam



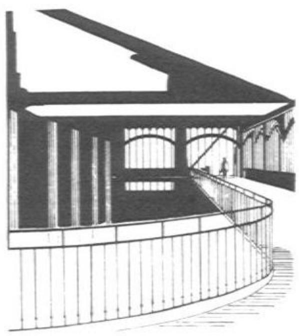
(1) Planta tipo



(2) Sección → (1)



(3) Antes: Mercado
Después: Sala polivalente



(4) Vista interior del mercado → (3)

Complejo de viviendas en Boston, EE.UU.
Antes: fábrica de pianos; después: viviendas para artistas → (1) – (2). El edificio de 4 cuerpos encierra un patio interior. Tiene numerosas ventanas y una profundidad reducida lo que proporciona un elevado nivel de habitabilidad.

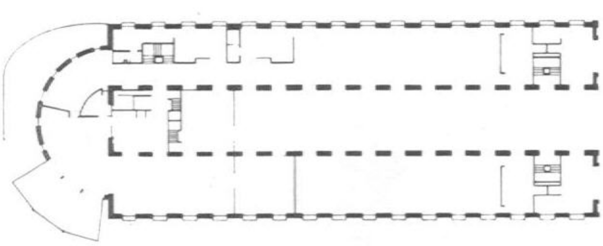
Sala polivalente «Pavillon Baltard», Nogent sur Marne, Francia.
Antes: mercado; después sala polivalente → (3) – (4), la nave tiene una capacidad para 300 espectadores. En la nueva planta sótano se ha construido un aparcamiento y las salas auxiliares.

Centro cultural de Ginebra
Antes: mercado; después: centro cultural → (5) – (7). El edificio preexistente de 1848 se transformó en un centro cultural con salas de exposiciones, teatro, sala de ensayos musicales y un restaurante.

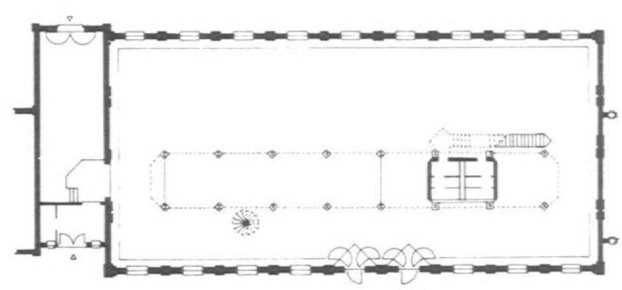
Viviendas para artistas, Nesbeth Housing, Nueva York
Antes: fábrica de teléfonos; después: viviendas → (8). En la superficie útil preexistente de casi 60 000 m^2 se pudieron alojar 384 viviendas, comercios, talleres, salas de exposiciones, así como salas de ensayo y estudios cinematográficos.

Colección de arte del castillo Gottorf, Schleswig-Holstein
Antes: picadero; después: museo → (9) – (11). Es el edificio profano más representativo de la región. El picadero se transformó para albergar una colección de arte contemporáneo. Se prescindió de cualquier pretensión representativa.

Escuela experimental San Francisco
Antes: almacén; después: escuela → (12). El edificio está dividido funcionalmente en cada uno de los distintos niveles, plantas 4.° y 5.° para el laboratorio escolar, plantas 2.° y 3.° para la escuela y el vecindario y la 1.° planta conjuntamente para el laboratorio escolar y los vecinos.



(5) Antes: Matadero. Después: Centro cultural → (6) – (7)



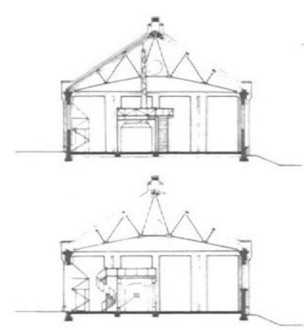
(9) Antes: Picadero
Después: Museo → (10) – (11)



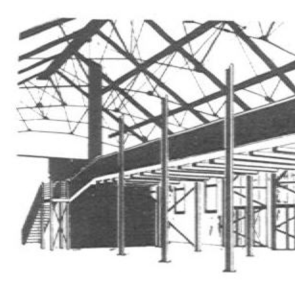
(6) Vista interior del matadero → (5)



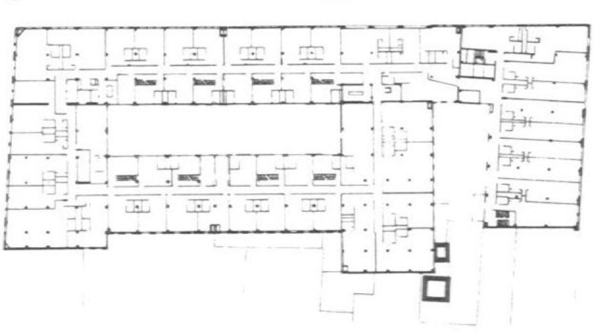
(7) Vista exterior del matadero → (5)



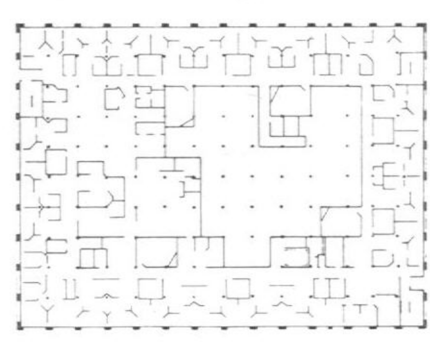
(10) Sección → (9)



(11) Vista interior de la nave → (9) – (10)



(8) Antes: Fábrica de teléfonos. Después: Viviendas — Primera planta con viviendas



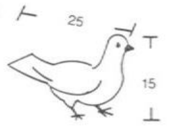
(12) Antes: Almacén. Después: Escuela — Escuela experimental San Francisco

CORRALES

AVES DOMÉSTICAS

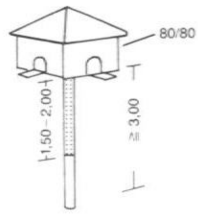
Los corrales para aves se han de proyectar y construir cuidadosamente para que su rendimiento sea óptimo. Han de ser limpios, bien ventilados, sin corrientes de aire, secos, con buen aislamiento térmico y a resguardo de las inclemencias climáticas. Se debe prever la extracción de heces y aguas sucias. La superficie de ventanas ha de equivaler como máximo a 1/10 de la superficie en planta del local. Actualmente se prefieren construcciones de madera con aislamiento térmico. Deben disponer de locales auxiliares para preparar el pienso y de almacenaje. La forma del gallinero se ha de adaptar a la orientación respecto al sol, las ventanas a sur y la puerta a este. Los ponederos se deben situar en el lugar más oscuro. El gallinero se ha de subdividir en un espacio con paja en el suelo y un espacio con barras para dormir bajo las cuales se debe disponer una chapa metálica para limpieza y el estercolero con un buen desagüe. Reservar suficiente espacio para contenedores de pienso y de agua → (10) – (11). El corral exterior debe ser amplio y disponer de una superficie con hierba, algún árbol para dar sombra, un estercolero y una piscina de arena → (11).
El número de gallinas depende del tamaño del gallinero y de la superficie del corral. Dado un corral suficientemente grande el número de gallinas por m² de corral puede ser de 5. Si el corral es menor a 4 veces la superficie del gallinero, sólo puede albergarse 1 gallina por cada m² de corral.

Granjas



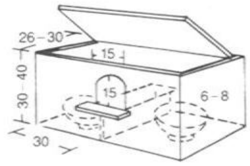
Superficie de palomar por pareja .... 0,15–0,20 m²
Las palomas de raza necesitan más espacio:
1 par de palomas mensajeras .... 0,5 m³
1 par de palomas de raza .... 1,0 m³
15-20 parejas de palomas de raza en un palomar, 20-50 parejas de palomas normales en un palomar.

(1) Palomas



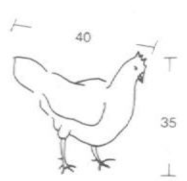
A 3–4 m de altura, encima de postes de 1,5 a 2,0 m de altura, protegidos con tela metálica frente a los animales de rapiña; o en forma de palomar adosado en la fachada este o sur de la casa.

(2) Palomar



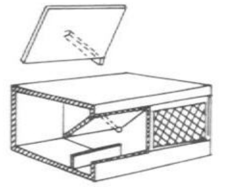
Cada pareja debe disponer de 2 nidos en el suelo del palomar o en estantes especiales. Alimentación mediante cajas de madera con pequeñas aberturas y bebederos de sifón.

(3) Nido, modelo Fulton



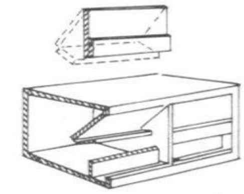
Gallinero para 5 gallinas ≧ 3 m²
Gallinero para 10 gallinas ≧ 5 m²
Gallinero para 20 gallinas ≧ 10 m²
Barras de gallinero para 5–6 gallinas pequeñas o 4–5 gallinas grandes = 1 ml de barra = 10–12 gallinas por m².

(4) Gallina (gallos de raza Orpington)



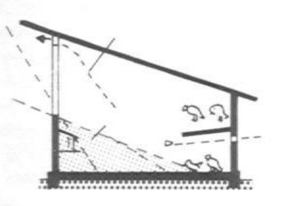
En los corrales de cría de razas, los nidos ponederos se construyen con una trampilla formada por una compuerta sujetada simplemente con un gancho por uno de sus lados → (10) o por dos hojas articuladas → (11). Cuando la gallina llega al nido, la compuerta se levanta y luego se cierra detrás suyo.

(5) Ponedero abierto



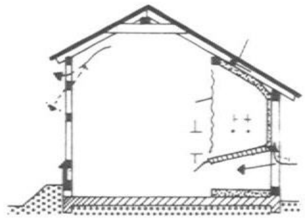
Los nidos ponederos se colocan en el suelo y se pueden superponer hasta 3 unidades una encima de la otra. Dimensiones interiores: de 35 × 35 hasta 40 × 40 cm de superficie y 35 cm de altura libre. 1 nido ponedero abierto cada 5 gallinas, 1 nido ponedero con trampilla cada 3–4 gallinas.

(6) Nido ponedero con trampilla



Ventilación sin corriente, nidos ponederos en la zona de sombra. Clapetas de ventilación cerrables, soleado. La zona de estar puede adaptarse a la temperatura exterior, pero la zona para dormir ha de ser caliente, por ello a menudo se separa con una cortina y se aísla especialmente contra el frío.

(7) Gallinero según Peseda → 📖



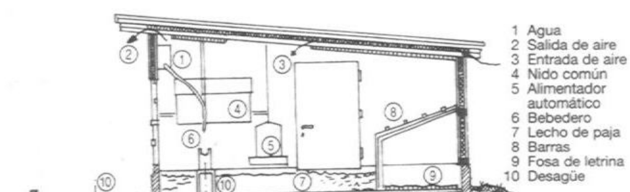
Gallinero para 20 gallinas con un nicho para dormir separado con aislamiento térmico, suelo de plancha inclinado y ventilación por la pared.
Portillo de salida de 18 × 20 a 20 × 30 cm, protegido frente a corrientes de aire con tablas laterales y compuerta de cierre.

(8) Sección → (9)



Barras de asiento, según el tamaño de las gallinas, de 4 a 7 cm de anchura, de 5 a 6 cm de altura y 3,5 m de longitud entre apoyos, fácilmente extraíble. 1 ml de barra: 5 a 6 gallinas. Arq.: W. Cords

(9) Planta → (8)



(10) Sección del corral → (11)



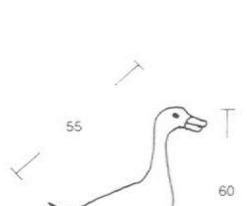
1 Barras de asiento encima de la letrina
2 Nidos comunes
3 Contenedor de pienso
4 Bebedero
5 Compuerta de salida al corral
6 Piscina de arena (cubierto)
7 Estercolero
8 Puerta para acceder al corral
9 Protección contra el viento

(11) Corral para gallinas y gallinero → (10)



Superficie de cobertizo (4–5 patos) ..... 1 m²
Altura .... 1,7–2,0 m
Máxima ocupación por corral = 1 macho y 20 hembras. Suelo macizo, sin ratas, seco y ventilado. Con salida al agua, a ser posible en un terreno pantanoso.

(12) Pato (Pekín)

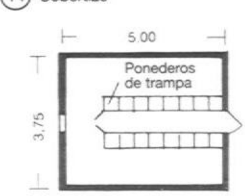


Las dimensiones son las mismas que para los patos; para el engorde los animales se alberguen en espacios suficientemente grandes o en celdas individuales de 40 cm de longitud y 30 cm de anchura con desagüe de letrina y alimentador de pienso delante de la celda.

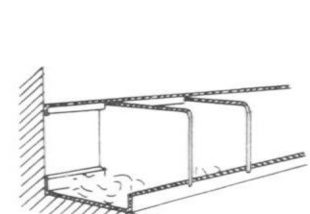
(13) Ganso (Pomerania)



(14) Cobertizo



(15) Planta del cobertizo



Tamaño del nido .... 40/40 cm
En los corrales de cría, nidos ponederos iguales a los de las gallinas. Por cada pato = 1 nido
→ (14) – (15)

(16) Ponederos para 4–5 patos

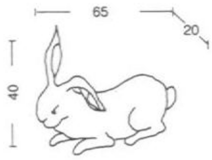
CONEJARES Y ESTABLOS PARA GANADO MENOR

Cría doméstica

Las **jaulas para conejos** → ②–④ suelen colocarse junto a una pared a resguardo del viento. Se pueden superponer hasta tres jaulas una encima de otra → ③. Han de estar protegidas de ratas y ratones, ser fáciles de limpiar y disponer de desagües para la orina → ②.

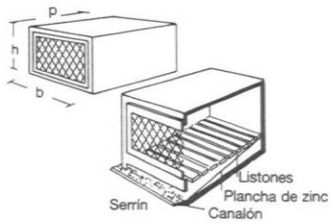
La cría de conejos de engorde y conejos para carne → ⑤–⑥ debe efectuarse en espacios cerrados con elevados requisitos en la construcción y las condiciones climáticas. Las crías de conejo reaccionan con mayor sensibilidad que los cochinillos o los polluelos a las condiciones climáticas, por tanto los conejares deben estar aislados térmicamente. El volumen óptimo del conejar está entre 4,5 y 5,5 m³ por coneja, incluida la cría que debe estar a oscuras. Temperatura en el lugar de cría: 10–18 °C, en el caso óptimo 18 °C, en el conejar de engorde es deseable conseguir una temperatura de unos 20 °C.

Los **establos para cabras** deben orientarse preferentemente entre el este y el sur, ser secos, disponer de buena ventilación e iluminación, superficie de ventanas: 1/5–1/20 de la superficie en planta del establo. En los establos masivos (lineales) con las cabras amarradas se necesita una anchura de 75–80 cm por animal y una profundidad de 1,50 a 2,00 m, además del espacio necesario para pasillos delante y detrás de las plazas. Situar el corral o redil adosado al establo y preferentemente en la fachada sur.



Superficie por animal 0,65–1,0 m².
Aire fresco, seco, protección contra los rayos solares, protección contra las ratas, jaulas generalmente de madera, suelo con desagüe → ②, pendiente 5 %

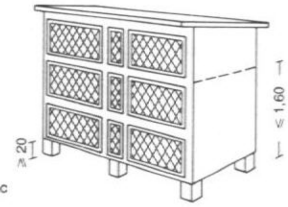
① Conejo (raza belga gigante)



	b	p	h
Razas pequeñas	80	80	55
Razas medianas	100	80	65
Razas grandes	120	80	75

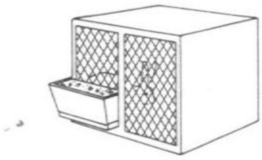
La profundidad es siempre la misma, es conveniente que sean fácilmente subdivisibles.

② Dimensiones de las jaulas para conejos (en cm)



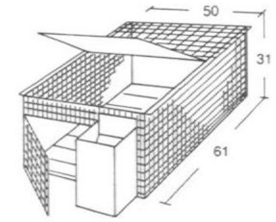
Para las razas pequeñas superposición de 3 unidades, para las razas mayores 2 unidades, con el límite de altura anotado (longitud ilimitada), suelo de listones → ② con desagüe por debajo y canal colector de orina

③ Jaulas apilables para conejos



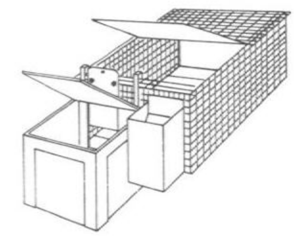
Delante de la jaula o entre dos jaulas abiertas a ambos lados → ③.
Pared anterior de tela metálica galvanizada.
Jaulas para conejas con tela oscura, y una tabla de cama a 10 cm de altura

④ Comederos en la jaula



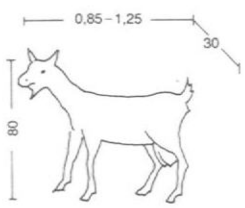
La jaula está realizada con alambre galvanizado. Tamaño de la malla: 25/25 mm o 12/70 mm

⑤ Jaula de tela metálica con expendedor automático de pienso



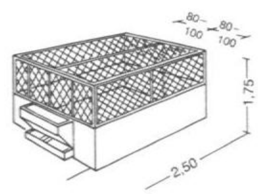
Cajas nido para los animales jóvenes de madera o poliuretano (PUR); suelo del nido al menos 70 mm por debajo del nivel inferior de la jaula.

⑥ Jaula de cría con caja de nido y expendedor automático de pienso



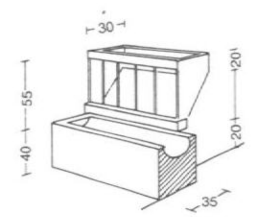
Superficie de establo por animal	1,5–2,0 m²
Anchura por animal	0,75–0,8 m
Longitud (animales atados)	1,8 m
Longitud (animales sueltos)	2,5–2,8 m
Altura del establo	1,9–2,2 m
Temperatura en el establo	10°–20°C

⑦ Cabras (raza alemana Saanen)



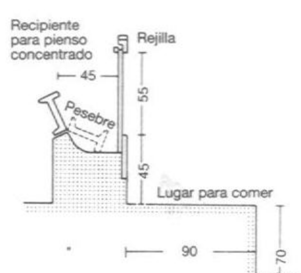
Encima del pesebre tela metálica. Ladrillos planos con pendiente en el suelo, canal de recogida de orina, superficie de ventanas = 1/10 de la superficie en planta.
Ventanas a espaldas de los pesebres.

⑧ Moderno box para cabras con pesebre y abrevadero cada dos boxes

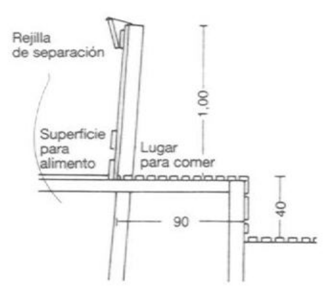


Dimensiones normales del pesebre y del abrevadero en el pasillo de alimentación (transversal).
Necesidades diarias por cabra: 1–2 kg de paja; 2–3 kg de cereales triturados

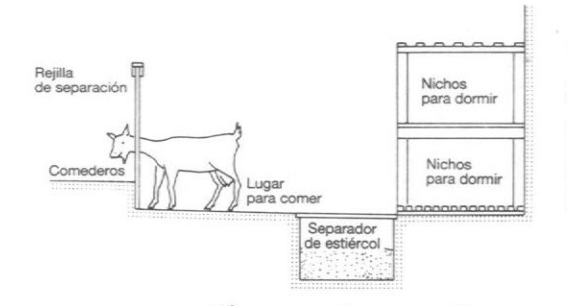
⑨ Pesebre y abrevadero para establos de cabras



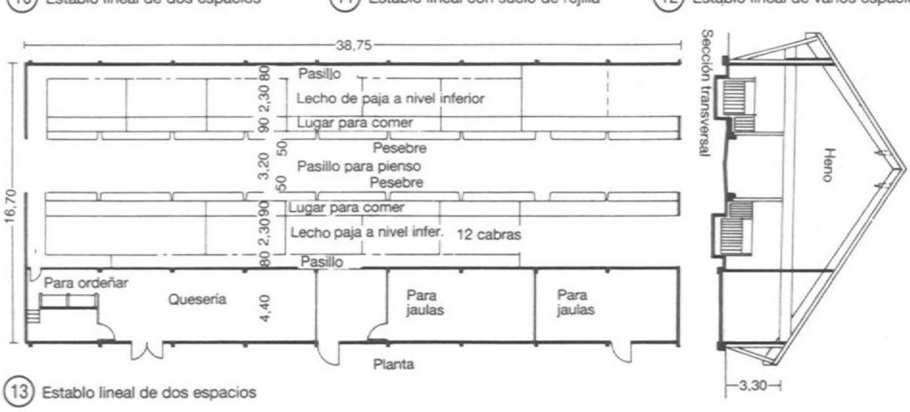
⑩ Establo lineal de dos espacios



⑪ Establo lineal con suelo de rejilla



⑫ Establo lineal de varios espacios y nichos para dormir adosados a una pared



⑬ Establo lineal de dos espacios

Verano: 5 kg de hierba/día, 0,5 kg de heno y 6 kg de alfalfa
Invierno: 1 kg/heno/día
agua: 2–3 l/animal/día

Espacio necesario	Corral lineal m²	Perchas pesebre cm	Establo de animales atados Alt. libre	Anch.	Prof.
Corderos	0,7	20	–		
Anim. jóvenes	1,2	30–40	50	50	40
Cabras	1,5	40–50	80	50–70	40
Machos cabríos	2,2–4,0	80	80	60	50

Ventanas 1/15–1/20 de la superficie del establo
Altura del establo > 2,50 m
Abrevadero: 1 cada 30 anim.; 0,4 kg de paja/día
1,5 dt/año/cabra, Volumen estiércol 7–15 dt/cabra

⑭ Mantenimiento de cabras

ESTABLOS PARA GANADO MENOR

→ 📖

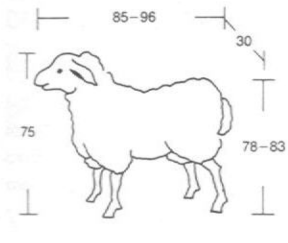
Los establos para ovejas (apriscos), se deben orientar de este a oeste. Para la cría individual las dimensiones son las mismas que las de los establos para cabras → p. 352; para la cría en rebaño se necesitan grandes establos aislados, con posibilidades de estabulación para diferentes estaciones del año (invierno, primavera, durante la época de lactancia y después) separados por edades y sexo.

Los establos para rebaños se construyen con el pavimento a 50–60 cm por debajo del terreno y el umbral de la puerta a 20 cm por encima del terreno. La diferencia de altura de 60 a 80 cm se compensa con estiércol, que se saca cada 3 a 4 meses. Por ello, las perchas de los pesebres, se han de poder mover, para colocarlos a diferentes alturas; pueden ser de forma circular ∅ 2,20 m o lineal, en cuyo caso basta con 3,40 m lineales para 25 a 30 ovejas. Separación entre los pesebres: 2,30 m y desde la pared: 1,80 m. Las puertas deben estar orientadas a sur y partidas a media altura. Anchura de la puerta ≧ 2,50 m, altura de la puerta ≧ 2,80 m, para poder sacar el estiércol en carros. Por consiguiente la altura del establo es entre 3,30 y 3,50 m. La superficie de ventanas entre 1/20 y 1/25 de la superficie en planta del establo, deben ser ventanas altas y de hojas basculantes.

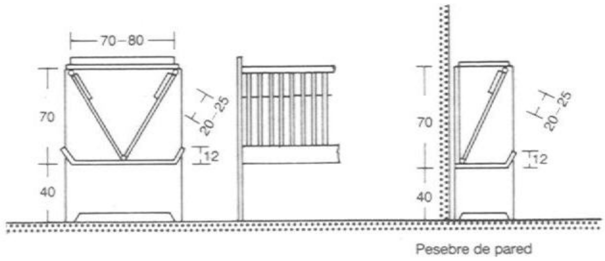
Todos los elementos constructivos irán protegidos frente a la corrosión de las sales del estiércol hasta 15–20 cm por encima de la altura máxima del estiércol.

Lugar para mezclar el pienso: 1/10–1/15 de la superficie destinada al ganado.

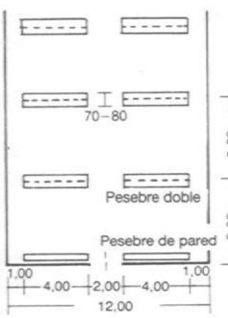
Espacio necesario para heno y paja: 3,00 m^3/oveja. Para rebaños pequeños prever un almacén de nabos ≧ 6 m^2.



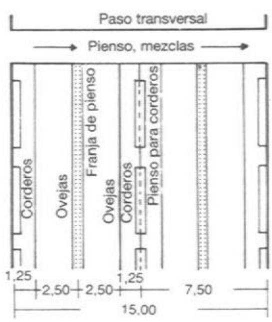
(1) Oveja



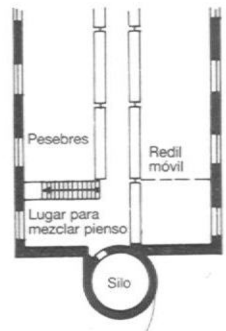
(2) Percha y pesebre movible



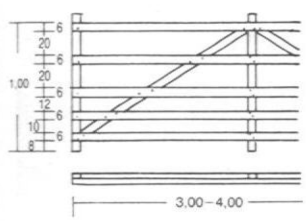
(3) Establo sin paso para provisión de pienso



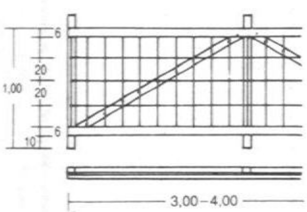
(4) Establo con paso transversal; 15 m de anchura bastan para grupos de madres con corderos



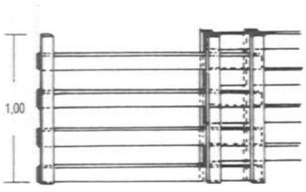
(5) Buena ordenación del silo y del lugar para mezclar el pienso en un establo de ovejas



(6) Valla para subdividir establos, tablas de madera 40/60 mm



(7) Valla para subdividir establos, tablas de madera y malla de alambre



(8) Valla extensible de tablas de madera

Espacio necesario para lechos, comederos y superficie libre

Animal	Superficie libre y para dormir por animal en m^2	Superficie necesaria para comer por animal en m^2
Oveja hasta 70 kg	0,85	0,4
Oveja de más de 70 kg	1,0	0,45
Oveja con corderos lactantes	1,2 hasta 1,6	0,6
Cordero hasta 8 semanas	0,3 hasta 0,4	0,15
Carnero de engorde	0,4 hasta 0,5	0,2
Añojo (hasta 1 año)	0,7 hasta 0,8	0,3
Morueco en recinto individual	3,0 hasta 4,0	0,5
Morueco en recinto colectivo	1,5 hasta 2,0	0,5

Medidas y pesos de las dos razas más importantes de ovejas

Ovejas merinas Ovejas de cabeza negra	Peso	Altura de la cruz	Longitud del pesebre
Morueco	120 hasta 130 kg	0,83 m	0,96 m
Oveja	70 hasta 80 kg 65 hasta 75 kg	0,78 m	0,85 m

Superficie útil necesaria para la cría en grupo sobre suelos completamente perforados

Animal	m^2/animal
Oveja	0,8
Oveja con cordero lactante	1,2
Cordero de engorde	0,5
Carnero	0,6
Morueco	1,5

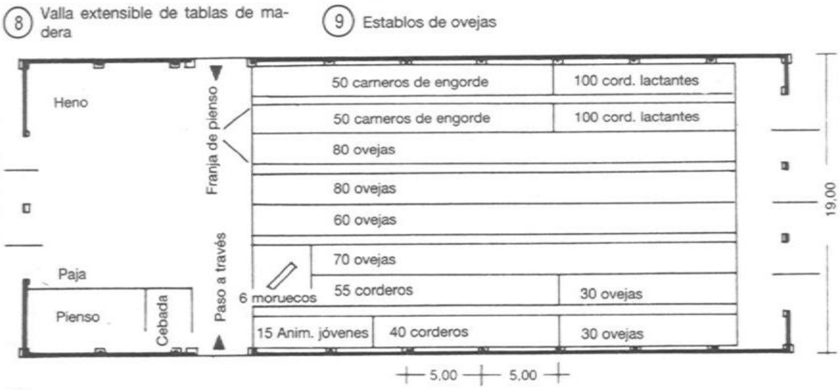
Valores climáticos óptimos en el establo (según Burgkart)

Zona para:	Temperatura en °C	Humedad relativa del aire en %
...ovejas	8 hasta 10	60 hasta 75
...ablactación y engorde	10 hasta 14	60 hasta 75
...crianza	14 hasta 16	60 hasta 75

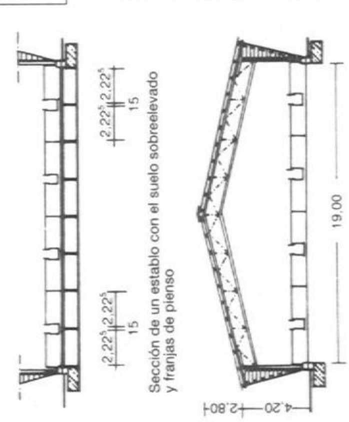
Espacio necesario de amontonamiento por oveja (incluida la crianza) y los períodos de invernaje

Material	Espacio necesario
Heno (alimentación exclusivamente con heno)	3,3 m^3
Heno (alimentación con heno y silaje)	1,0 m^3
Silaje	1,0 m^3
Paja (incluido un suplemento de espacio vacío del 30%)	1,5 m^3
Pienso (incluido un suplemento de espacio vacío del 120%)	0,2 m^3

(9) Establos de ovejas



(10) Establo para 350 ovejas, 110 corderos, 200 lactantes y 100 carneros de engorde

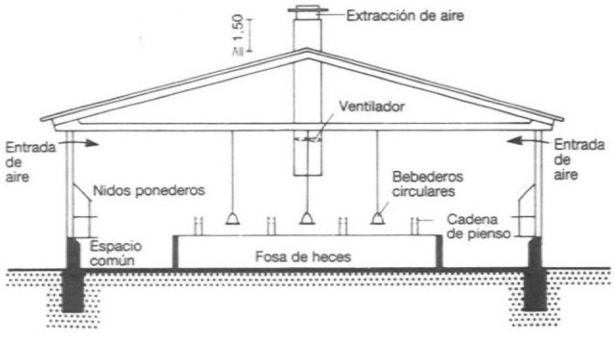


Sección de un establo con el suelo sobreelevado y franjas de pienso

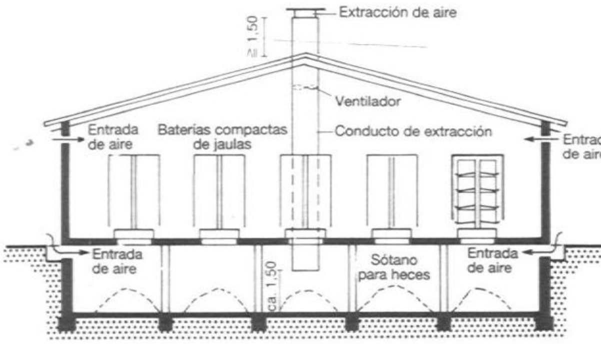
Sección de un establo con el suelo al mismo nivel y franjas de pienso

→ 📖

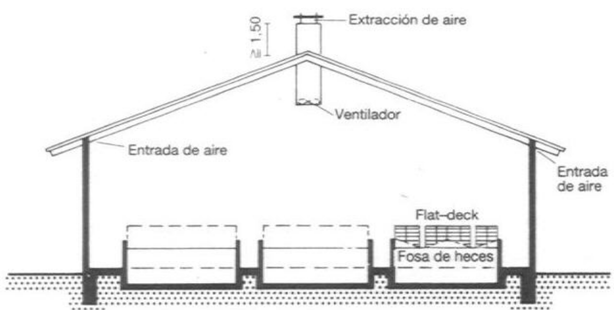
En la crianza de aves, el gallinero único se ha convertido en la solución más adoptada. La unidad más pequeña en las nuevas construcciones de crianza es un gallinero con 7 metros de anchura. Para la crianza en jaulas en batería 6–15 metros. Construir el edificio como gallinero caliente. La temperatura óptima en el interior se sitúa entre +15 y +22 °C.
En la fase de anteproyecto se ha de decidir cuál será el sistema de retirada de estiércol, ya que de él depende el tamaño del eventual sótano o fosa de heces. Planear cuidadosamente la ventilación del corral. En los corrales para gallinas, es fundamental colocar ventiladores para una ventilación forzada (1) – (4). Las fosas de heces bajo las baterías de jaulas deben disponer de ventilación longitudinal bajo los pasillos de servicio.
Velocidad de entrada del aire: 0,30 m/s, y como máximo 0,50 m/s. En verano la máxima renovación del aire para gallinas ponederas es de 10 m^3/h/kg de ave = 60 renovaciones de aire por gallinero con jaulas de planta entera. Pollos: 4,00 m^3/h/kg ave.
Posibilidades de regulación: doble cambio de aire en invierno. El fallo de la instalación de ventilación puede tener graves consecuencias en corto período de tiempo, por ello, se debe prever un dispositivo de alarma y proyectar una ventilación de emergencia.
La superficie del gallinero para la crianza de gallinas ponederas es: en el suelo, 5–7 gallinas/m^2; sobre rastreles, 8–10 gallinas/m^2; en jaulas escalonadas, 16 gallinas/m^2.
Bebederos: bebedero circular, 75–100 gallinas por unidad; canalón para beber, 1,00 m para cada 80–100 gallinas; con rosquilla, 2–3 gallinas por unidad.
Comederos para pienso: 25 gallinas por cada tina circular (∅ 30 cm).
Nidos ponederos: 1 nido con trampilla para cada 3–4 gallinas (sólo para la cría de raza). Nido abierto individual para 4–5 gallinas. 1 m^2 de nido familiar para 50 gallinas.



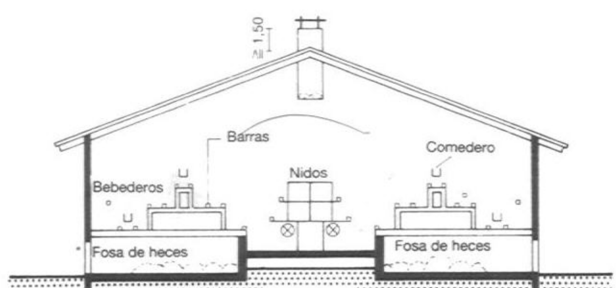
(1) Cría de gallinas ponederas en el suelo



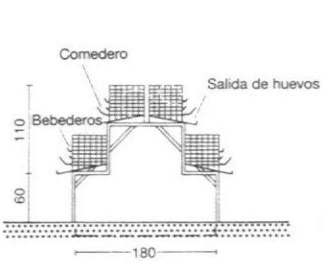
(2) Gallinero para gallinas ponedoras con baterías de heces y sótano para heces



(3) Sistema de jaulas planas (Flat–deck)

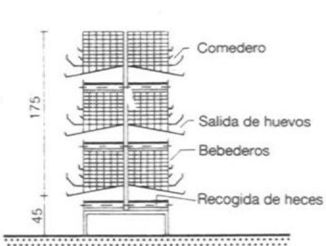


(4) Cría de aves



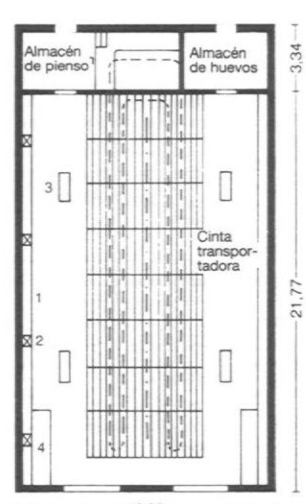
Ocupación: 8–13 gallinas/m^2 de gallinero

(5) Jaulas ponederas escalonadas



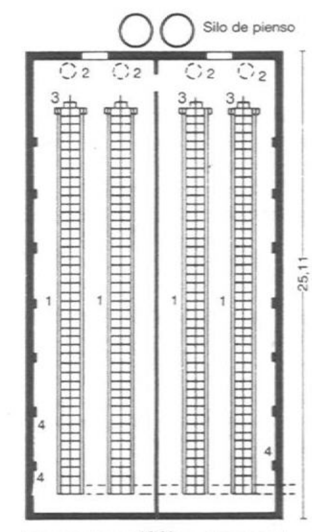
Ocupación: 3 pisos 20–33 gallinas/m^2.
4 pisos: 27–30 gallinas/m^2.
Tamaño mínimo: 3000 aves por gallinero.

(6) Jaulas ponederas superpuestas



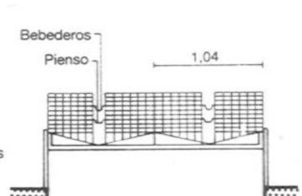
1 Nidos ponederos
2 Conducto ventilación
3 Tina de pienso
4 Estanque

(7) Cría de gallinas ponederas en el suelo; para 1600 gallinas



1 Baterías
2 Recipientes agua
3 Carretilla pienso
4 Ventiladores imp./exp.

(8) Cría en batería con 3 niveles de jaulas, para aprox. 4800 gallinas



Ocupación: 13–14 gallinas/m^2 fácilmente mecanizable. Baja densidad.

(9) Jaulas «Flat–deck»



Superficie de jaula: 430–450 cm^2/gallina
Profundidad de la jaula: 40–45 cm
Altura de la jaula, por delante: 50 cm, por detrás: 40 cm
Longitud: 10–12 cm/gallina

(10) Jaulas individuales

ESTABLOS DE ENGORDE DE CERDOS

DIN 18910 → 📖

Información: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., 6100 Darmstadt.

En Alemania, la producción animal representa el 78 % de la producción agropecuaria y, en particular, la cría de cerdos de engorde y de vacas lecheras representa el 52 % de la producción total.

Un planeamiento acertado es decisivo para la viabilidad económica de la industria. Esto es especialmente válido para la industria del cerdo. La mecanización y especialización del proceso productivo condicionan el proyecto. Factores decisivos al proyectar establos de cerdos:

Planificación por separado de los establecimientos de cría y de engorde.

Formas de estabulación: condicionadas por el número de cambios de pocilga durante un período de engorde (150–160 días).

Técnicas de alimentación: manual o mecánica a través de un canalón en el suelo.

Eliminación de las heces: sólidas y líquidas.

El engorde intensivo se divide fundamentalmente en dos secciones: engorde previo y engorde principal, sin cambio de pocilga en la propia sección, estabulación sin paja en pocilgas con suelo parcial o totalmente ranurado.

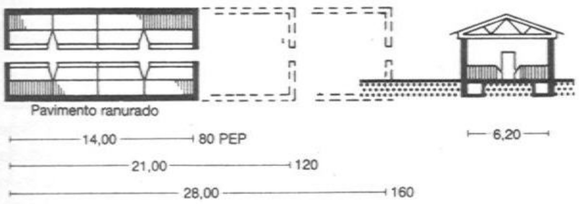
Para delimitar las secciones de engorde hay que tener en cuenta los siguientes datos:

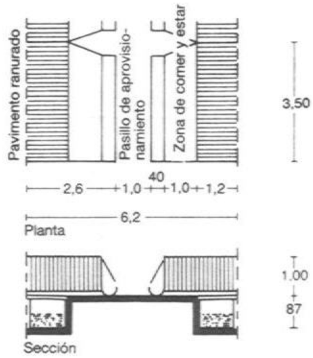
Período de engorde previo: aprox. 50 días
- peso: 20–40 kg
- agrupación: 20 anim./pocilga
- anchura del lugar para comer: 16,5 cm/animal

Período de engorde principal (PEP): aprox. 100 días
- peso: 40–100 kg
- agrupación: 10 animales/pocilga
- anchura del lugar para comer: 33 cm/animal

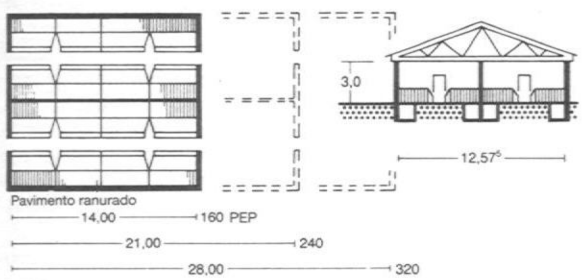
Tamaño mínimo pocilgas → (1)
- zona tumbarse/comer, reforzado: 0,34 m²/animal
- zonas de heces, perforada: 0,42 m²/animal
- sup. pocilga, sin comedero: 0,76 m²/animal
- sup. pocilga para 10 animales en PEP: 7,60 m²/pocilga
- anchura del lugar para comer: 0,32 m²/animal
- relación entre las superficies de estar y comer: 1:1

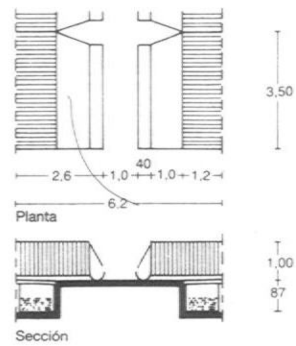
Engorde intensivo en establos con aislam. térmico → (1) – (5)



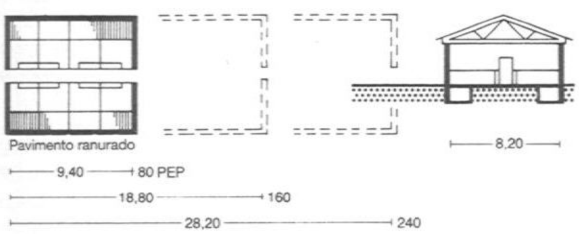


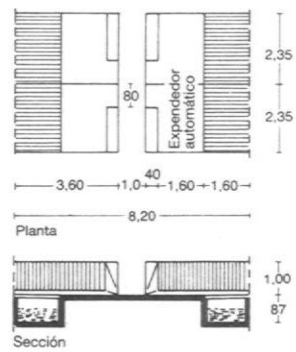
(1) Establo de engorde de cerdos, dos hileras, pocilgas cortas, canalón lineal, 80–160 plazas de engorde principal





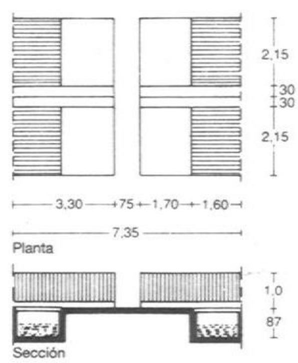
(2) Establo de engorde de cerdos, cuatro hileras, con pared divisoria, 160–320 plazas de engorde principal



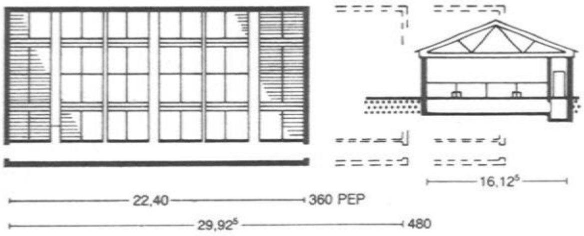


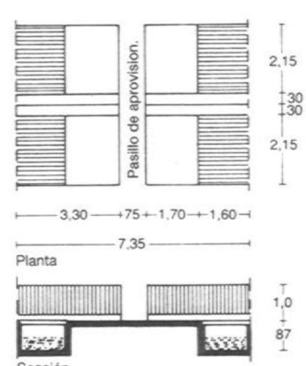
(3) Establo de engorde de cerdos, dos hileras, pocilgas largas, expendedores automáticos de pienso



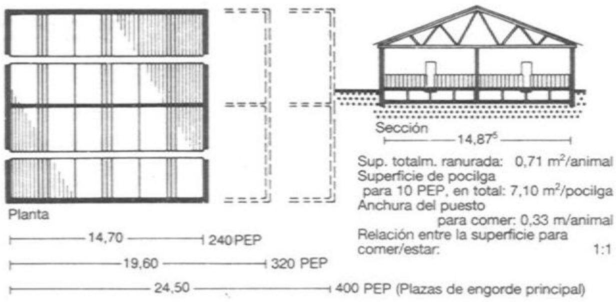


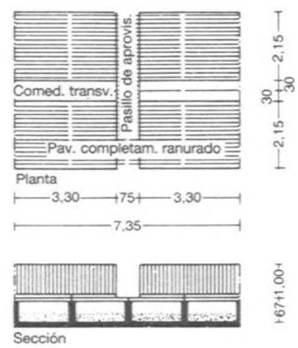
(4) Establo de engorde de cerdos, cuatro hileras, con pared divisoria, pocilgas largas, comederos transversales



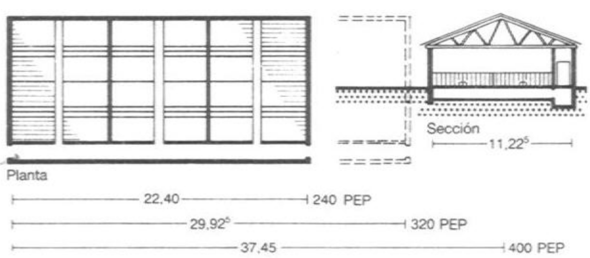


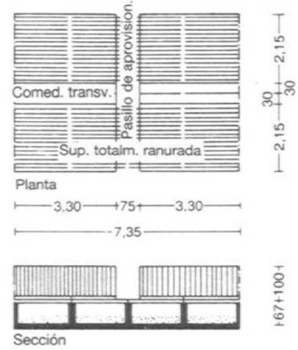
(5) Establo de engorde de cerdos, distribución en forma de peine, 120 plazas de engorde principal por sección



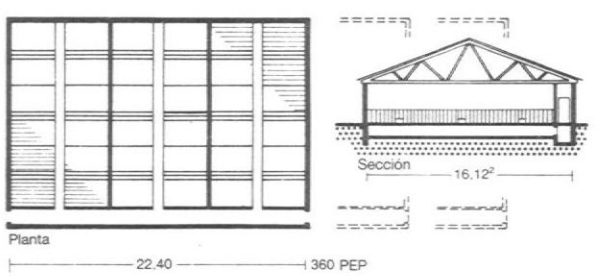


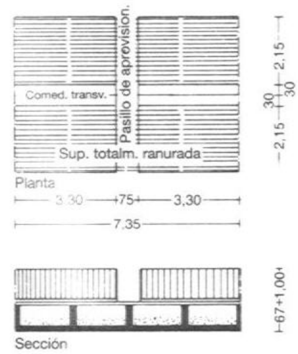
① Establos de engorde de cerdos, divididos longitudinalmente, 2 × 2 hileras, pocilgas largas, comederos transversales, pavimento completamente ranurado



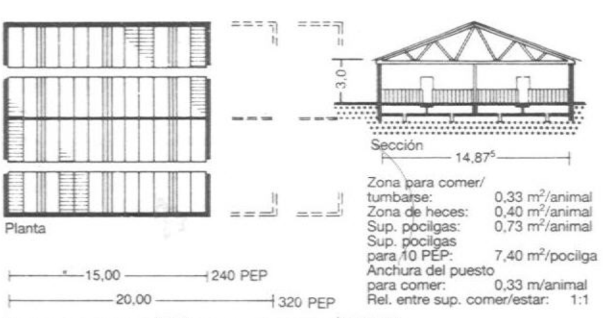


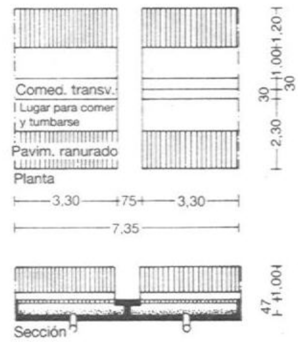
② Establos de engorde de cerdos, distribución en forma de peine con 80 plazas de engorde principal por sección, pocilgas largas, comederos transversales, pavimento completamente ranurado



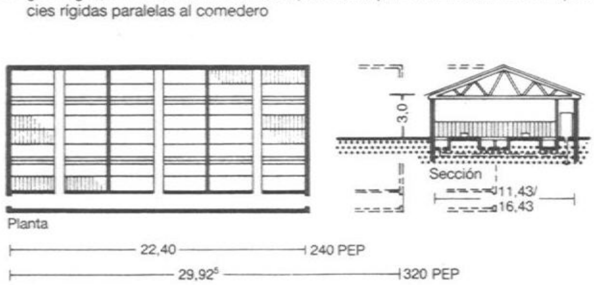


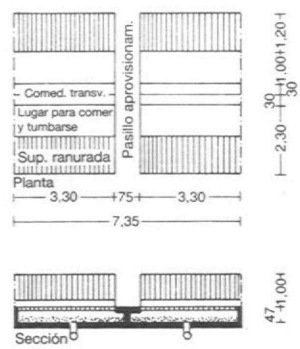
③ Establos de engorde de cerdos, distribución en forma de peine con 120 plazas de engorde principal por sección, pocilgas largas, comederos transversales, pavimento completamente ranurado





④ Establos de engorde de cerdos, divididos longitudinalmente, 2 × 2 hileras, pocilgas largas, comederos transversales, pavimento parcialmente ranurado; superficies rígidas paralelas al comedero





⑤ Establos de engorde de cerdos, distribución en forma de peine con 80 plazas de engorde principal por sección, pocilgas largas, comederos transversales, pavimento parcialmente ranurado; superficies rígidas paralelas al comedero

ESTABLOS DE ENGORDE DE CERDOS

→ 📖

Métodos de estabulación

Engorde intensivo en establo masivo con aislamiento térmico (2.ª fase de engorde); alimentación líquida o seca en el comedero; expedición completa o parcialmente mecanizada.

Período de engorde principal: aprox. 100 días

Peso: 40–100 kg

Agrupación: 10/animales/pocilga

Ocupación del establo según el método «dentro–fuera» o continuado, sin cambios de pocilga durante el engorde principal. Suelo de plancha de acero perforada, sin paja, método de estiércol líquido, con canales colectores, almacenamiento durante 4, 6 u 8 meses en contenedores subterráneos o fosas revestidas con material sintético.

Las pocilgas del tamaño reproducido ofrecen espacio para 20 animales durante el período de engorde previo. Generalmente los puestos de engorde previo se sitúan en secciones especiales del establo o en edificaciones viejas disponibles. Por ello los dibujos y los datos sólo se refieren a la fase de engorde principal.

- sup. completamente ranurada: 0,72 m²/animal
- superficie de pocilga para 10 PEP en total: 7,10 m²/pocilga
- anchura del lugar para comer: 0,33/animal
- relación sup. comer/estar: 1:1

Para proteger a los cerdos es preferible que la zona para estar tumbados no esté completamente perforada.

Separaciones entre pocilgas: tubos de acero galvanizado horizontales sobre azobé o tablones de madera. Unidades cada 20 cm en vertical; encima del comedero deben disponerse 2 unidades, en los otros lugares, 3 unidades.

Separaciones oscilantes entre las pocilgas, por ejemplo, puertas.

Lugar para comer: comedero doble; piletas en forma de U; bebederos con rociador.

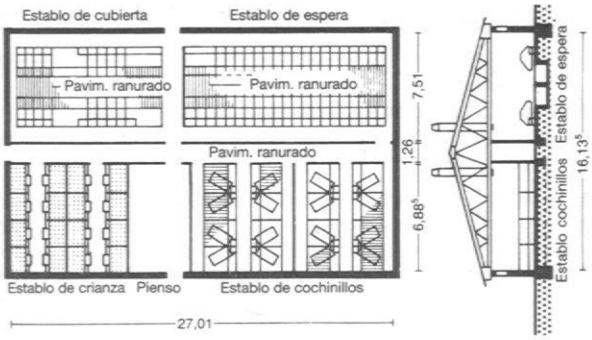
Pasillos: 2,5 cm de mortero de cemento sobre una capa de 10 de hormigón en masa y un lecho de arena de 25 cm de espesor.

Superficie completamente ranurada: piezas prefabricadas de hormigón armado.

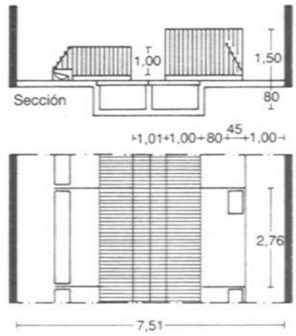
Paredes exteriores: 24 cm de obra de fábrica de ladrillo calcáreo, con juntas planas, 6 cm de aislante; 4 cm de cámara de aire; tabique de 11,5 cm espesor (pared de dos hojas). Ventanas: marco de material sintético, 75 × 100 cm, vidrio aislante.

ESTABLOS DE CRÍA DE CERDOS

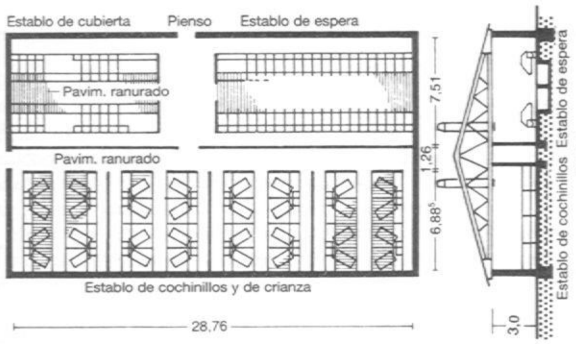
→ 🕮



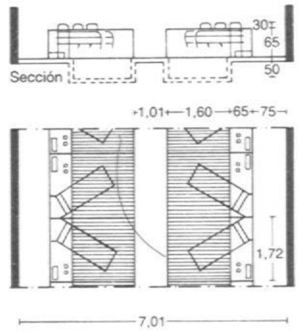
① Establos de crianza de cerdos sin pasillos de alimentación, crianza de cochinillos en una fase, estiércol líquido



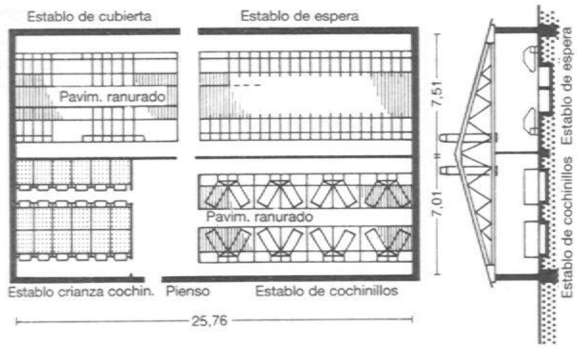
② Estabulación en el establo de cubierta → ③



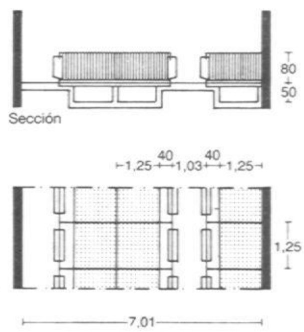
③ Establos de crianza de cerdos con pasillos de alimentación, crianza de cochinillos en una fase, estiércol líquido



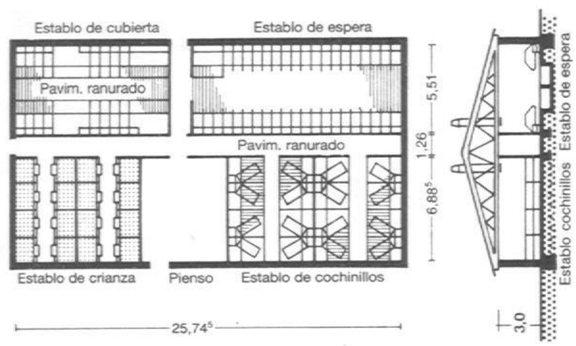
④ Establo de cochinillos y crianza → ③



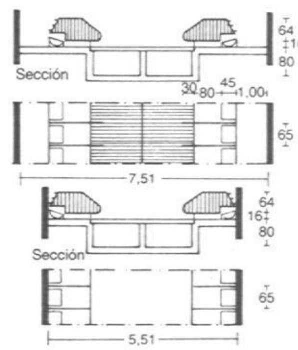
⑤ Establos de crianza de cerdos con pasillos de alimentación, crianza de cochinillos en dos fases, estiércol líquido



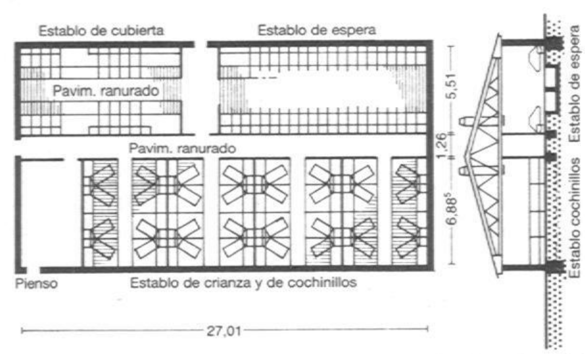
⑥ Pocilgas de crianza de cochinillos, tres hileras → ⑤



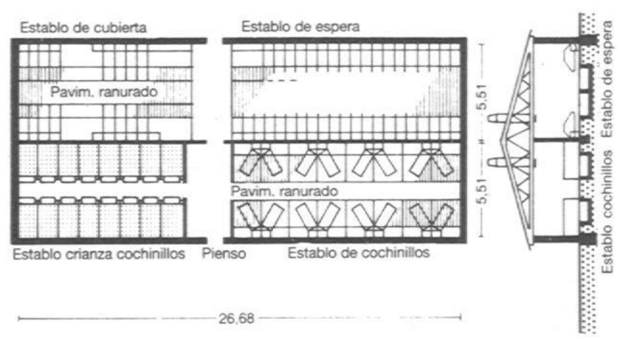
⑦ Establos de crianza de cerdos sin pasillos de alimentación, crianza de cochinillos en dos fases, estiércol líquido



⑧ Plazas para los cerdos con y sin pasillos de alimentación → ① + ②



⑨ Establos de crianza de cerdos con pasillos de alimentación, crianza de cochinillos en dos fases, estiércol líquido



⑩ Establos de crianza de cerdos sin pasillos de alimentación, para 40, 55, 64 cerdos productivos

Información: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., 6100 Darmstadt.

Establo de cría de cerdos para 64 cerdos de raza (ampliable también para 96 o 128 cerdos). Método «dentro–fuera», crianza en dos fases; retirada de los cerdos después de 4–6 semanas; peso de los cerdos en el momento de venta: aprox. 20 kg. Un 5 % de plazas para cerdos jóvenes. 1 pocilga para verraco cada 25 cerdos de crianza; secciones separadas en el establo (establo de cubierta, establo de espera, establo para cochinillos, establo de crianza, con pasillos de aprovisionamiento → ① – ④. Estabulación, sin paja, sobre un pavimento parcial o completamente perforado, estiércol líquido. Renovación mínima del aire en m^2/h según DIN 18910.

		Temperatura	Cerdos con cochinillos		Cochinillos de crianza	
Valor de cálculo			16°C/80%		26°C/60%	
Peso de 1 animal (kg)			100	300	10	20
Renovación aire en invierno		– 10°C	10,4	25,1	3,0	3,6
		– 16°C	9,4	22,8	2,8	3,4
Ren. aire verano	$t_i - t_e$ = 1,5 K	≥ 26°C	146	361	34	50
	= 2,0 K	≥ 26°C	109	271	26	38
	$t_i - t_e$ = 2,0 K	< 26°C	88	216	20	30
	= 3,0 K	< 26°C	73	180	17	25

En cada caso se necesita comprobar los datos con la climatología local

		Temperatura	Cerdos, cochinillos y verracos	
Valor de cálculo			12°C/80%	
Peso de un animal (kg)			100	300
Renovación de aire en invierno		– 10°C	12,3	29,9
		– 16°C	10,9	26,3
Renov. aire verano	$t_i - t_e$ = 1,5 K	≥ 26°C	146	361
	= 2,0 K	≥ 26°C	109	271
	$t_i - t_e$ = 2,0 K	< 26°C	88	216
	= 3,0 K	< 26°C	73	180

⑪ Datos climáticos en el establo

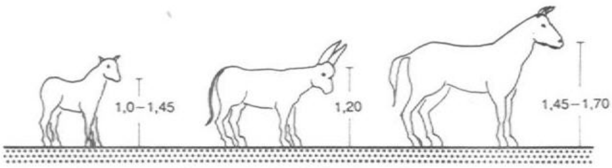
Capacidad de almacenamiento necesaria para 28 días

Cerdos engorde	64	96	128
Cerdos	10,2 m^3	15,3 m^3	20,4 m^3
Cochinillos	5,8 m^3	8,7 m^3	11,6 m^3

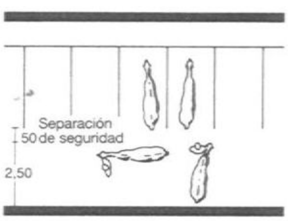
⑫ Alimentación en seco

CUADRAS PARA CABALLOS Y CRÍA DE CABALLOS

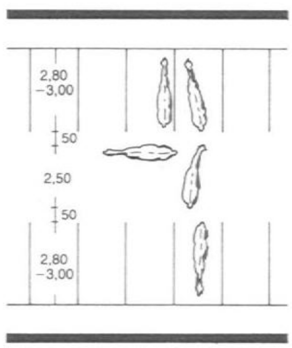
→ 📖



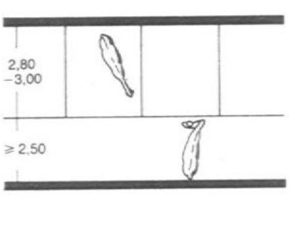
(1) Pony Asno Caballo



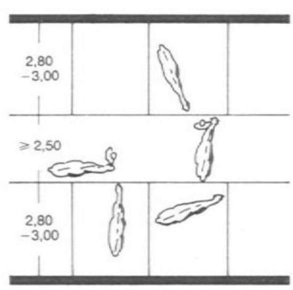
(2) Caballeriza de amarre a un lado



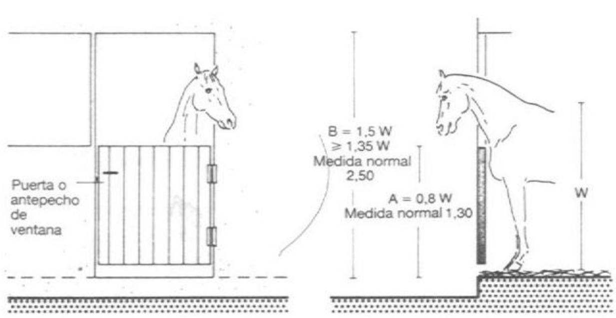
(3) Caballeriza de amarre a dos lados



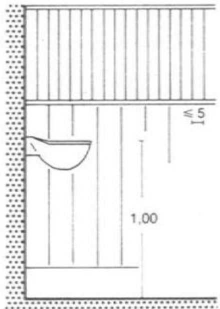
(4) Caballeriza de boxes a un lado



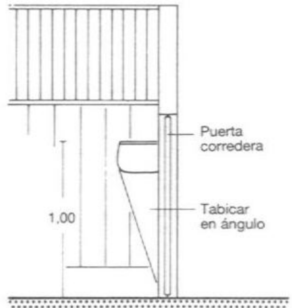
(5) Caballeriza de boxes a ambos lados



(6) Dimensiones de las puertas de los boxes



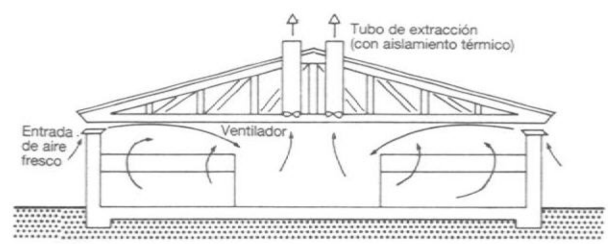
(7) Bebedero



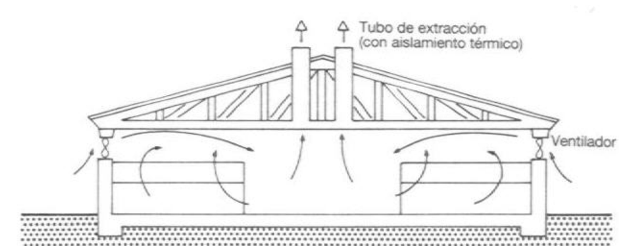
(8) Altura del comedero

Información: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr., 6100 Darmstadt 12. Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V., Freiherr von Langen Str. 13, 4410 Warendorf 1

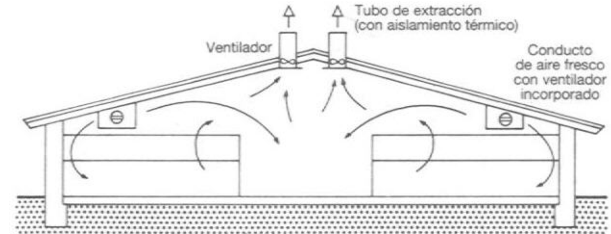
Las cuadras de amarre como forma de estabulación no son apropiadas para los caballos de montar → (2) − (3). Incluso en las cuadras de boxes de medidas espaciosas es imprescindible un espacio al aire libre. La superficie de los boxes depende de las características de las razas y de la longitud del caballo. Como no se mide la longitud de los caballos, se ha de tomar la altura de la cruz (de un pura raza) como medida de referencia.
Regla para calcular la superficie en planta de los boxes:
Superficie de los boxes = $(2 \times \text{STm})^2$; (STm = altura de la cruz).
La mínima longitud del lado más estrecho del box, según la experiencia, es 1,5 × STm → (4) − (5). Dado un caballo de montar de medidas usuales con una altura de cruz de 1,60 a 1,65 cm, resulta una superficie de aprox. 10,5 m^2. Formato del box: 3,00 × 3,50 m. En el formato longitudinal extremo: 2,50 × 4,20 m. Para hacer girar un caballo sin peligro se necesita un pasillo de 2,50 m → (2) − (5). En los establos de amarre, prever una separación de seguridad de 50 cm entre cada hilera → (2) − (3). Junto a los boxes se ha de disponer además, un cuarto para las sillas de montar, una herrería, un box veterinario y un almacén para el pienso. Cuarto para las sillas de montar ≧ 15 m^2, en función del número de caballos. Herrería a partir de 20 caballos de 5,0 × 3,60 m. Prever un box veterinario a partir de 20 caballos.
A pesar de que los caballos son insensibles al viento e incluso tienen una necesidad fisiológica de aire en movimiento, se ha de evitar la formación de corrientes. Para evitarlas se ha de prever una instalación de ventilación con conducción forzada de aire → (9) − (11). No tiene sentido intentar conseguir una temperatura «ideal» en el interior de la cuadra. Tras una preparación adecuada y unas condiciones de crianza correctas, todos los caballos soportan temperaturas invernales, incluso algunos grados bajo cero.



(9) Ventilación por depresión



(10) Ventilación por depresión



(11) Ventilación por equilibrio de presiones

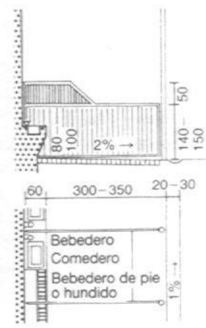
CUADRAS PARA CABALLOS Y CRÍA DE CABALLOS

Información: KTBL. «Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt 12. → 📖

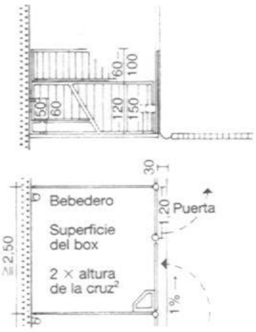
La estabulación correcta es aquella que satisface las necesidades del caballo. Es el requisito para su salud, capacidad, rendimiento, y esperanza de vida, pero también para el equilibrio psíquico del animal. En la actualidad, las necesidades del caballo de montar tras 5000 años de domesticidad no se diferencian tanto de las de los caballos salvajes.



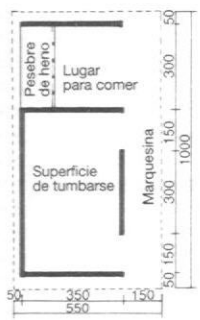
(1) Esquema de ordenación de las salas auxiliares de una caballeriza



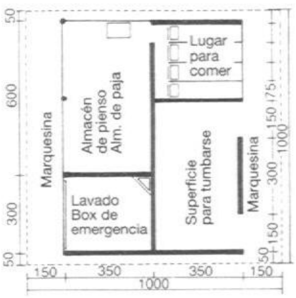
(2) Puesto de amarre. Sección y planta



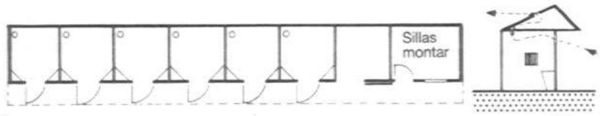
(3) Sección y planta de un box



(4) Pequeña cabaña de refugio

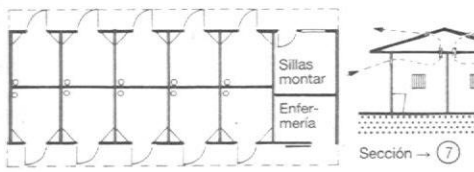


(5) Gran cabaña de refugio



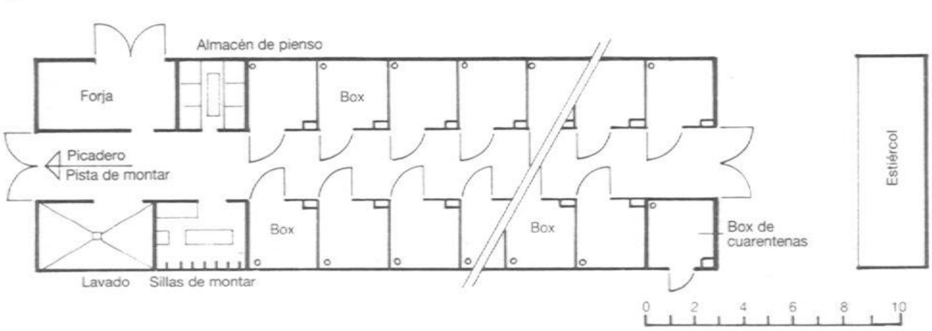
Sección → (6)

(6) Boxes exteriores simples



Sección → (7)

(7) Boxes exteriores dobles



(8) Ejemplo de distribución de las salas auxiliares en caballeriza con 20–30 boxes

Preparación, almacenaje, peso (dt/m³)	Espacio necesario de almacén en m³ dado un esponjamiento del 20–30 % 200 días de estabulación[1]	365 días de estabulación[2]
Heno en masa (0,75)	17–20	20–36
Balas de heno sin compactar (1,5)	9–11	15–18
Balas de heno compactas (1–8)	7– 9	12–14*

[1] equivale a 10–12 dt; [2] corresponde a 18-22 dt

(9) Espacio necesario para almacenar heno, dado un consumo de 5-6 kg/caballo/día

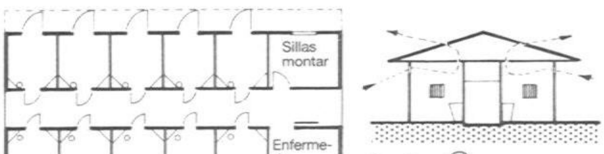
Preparación, almacenaje, peso (dt/m³)	Espacio necesario en m³ para 3 meses[1] dado un esponjamiento del 20–30 %
Paja en masa (0,5)	22
Balas de paja sin compactar (0,7)	15
Balas de paja compactadas (1,0)	11

[1] equivale a 9 dt

(10) Espacio necesario para almacenar paja, dado un consumo de 10 kg/caballo/día

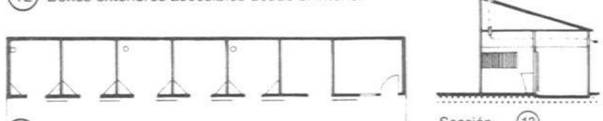
	Superficie box en m²	Dimensiones box en m	Altura box en m
Caballos de montar	10,00 12,00	3,30 × 3,30 3,50 × 3,50	2,60–2,80
Yeguas y sementales	12,00 16,00	3,50 × 3,50 4,00 × 4,00	2,60–2,80
Caballos peq. hasta 1,30 m de altura cruz	4,00 5,00	2,00 × 2,00 2,25 × 2,25	1,50
Caballos peq. de más de 1,30 m de altura hasta la cruz	6,00 9,00	2,45 × 2,45 3,00 × 3,00	1,50–2,00

(11) Dimensiones de los boxes para caballos



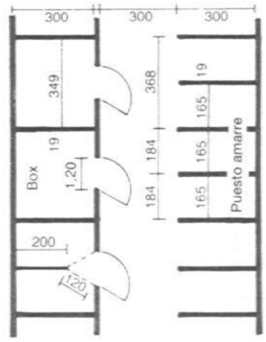
Sección → (12)

(12) Boxes exteriores accesibles desde el interior



Sección → (13)

(13) Boxes interiores

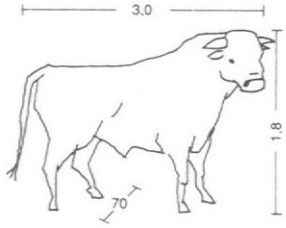


(14) 1 box es tan ancho como 2 puestos de amarre

ESTABLOS DE GANADO VACUNO

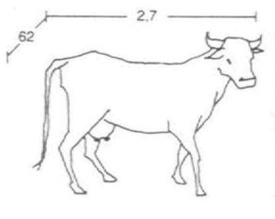
Información: KTBL. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt 12.

Se distingue entre establos de amarre y de boxes → 📖.
En los establos de amarre la vaca está fija en un sitio donde come, bebe, descansa, hace sus necesidades y es ordeñada. Cada plaza tiene una anchura de 1,10 a 1,20 m y una longitud comprendida entre 1,40 y 1,80 m, en función del tamaño de los animales (raza, edad) y tipo de estabulación → ④ + ⑨ – ⑩.
Establos de boxes → ⑤ + ⑦ – ⑧. Plazas cortas con canalón para las heces y una longitud de 1,65 a 1,85 m → ④. Generalmente se recubre con paja. Para una preparación sólida del estiércol se necesitan de 2 a 4 kg de paja/vaca/día; existen métodos especiales que permiten un mantenimiento con poca paja (0,5 kg paja/vaca/día).
Incluso en los establos pequeños se ha de intentar mecanizar la extracción del estiércol. Los dispositivos empleados para ello determinan la altura y anchura de la fosa de estiércol → ④. Las plazas con rejilla en el suelo permiten una cría sin paja y preparación líquida del estiércol. La utilización de colleras permite reducir la longitud de las plazas a 1,40–1,50 m. La estabulación a un solo lado no es rentable. Los establos con dos hileras de plazas a los lados, un pasillo central de alimentación y pasillos exteriores para el estiércol permiten aprovechar mejor el espacio, aunque ocupan un 10–15 % más de superficie en planta. Según la mecanización de la alimentación, resultan anchuras para el establo entre 10 y 12 m. La solución estándar es una alimentación mediante aparatos móviles y meseta para pienso transitable (anchura entre los pesebres ≧ 2,5 m).
Se debería dejar uno de los testeros del establo libre, para poder ampliarlo longitudinalmente, por lo que conviene concentrar los espacios de almacenamiento, cámara de leche y demás salas auxiliares, sólo en uno de los testeros.



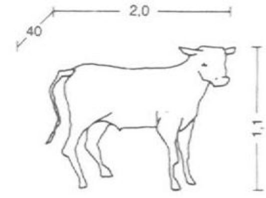
Anchura de las plazas:
por animal: 1,25 y 1,375 m

① Toro



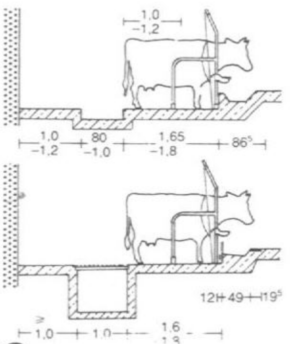
Superficie de las plazas: por vaca 5,0–9,0 m²
Anchura de las plazas: 1,05–1,25 m²
Anchura de las plazas para terneros: 1,50 m

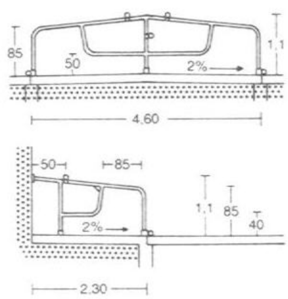
② Vaca



Superficie de las plazas:
menos de 1 año: 3,1–3,5 m²
1–2 años: 3,5–4,5 m²

③ Ganado joven en establos lineales

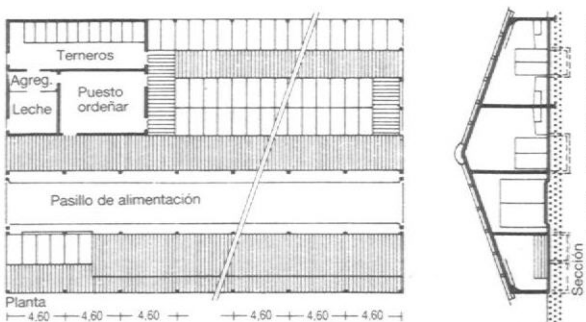

④ Plaza corta con rejilla para las heces



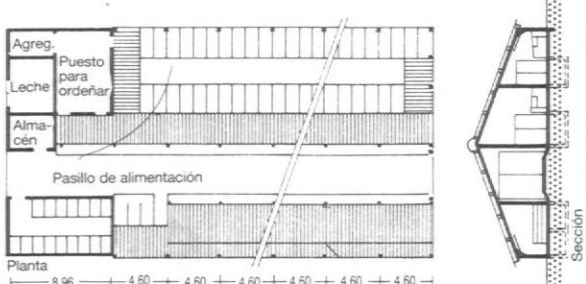
⑤ Boxes para estar tumbados



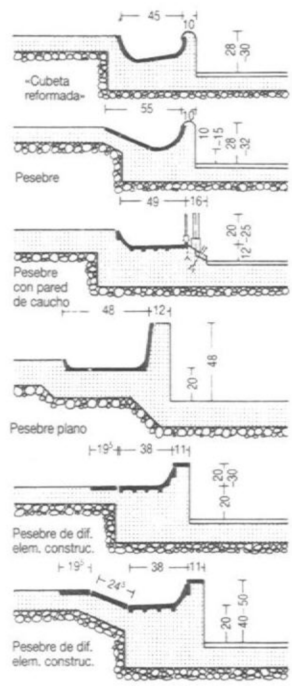
⑥ Plaza individual para terneros (de 14 días hasta 10 semanas)



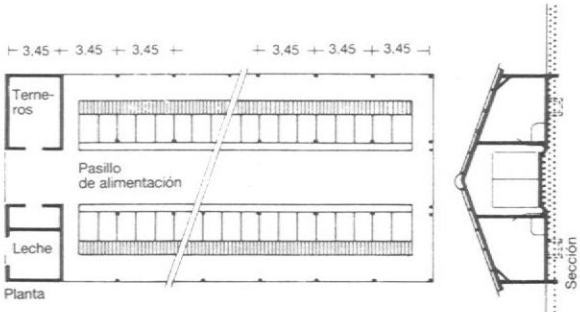
⑦ Establo lineal con 3 hileras de boxes, para vacas lecheras con ganado joven



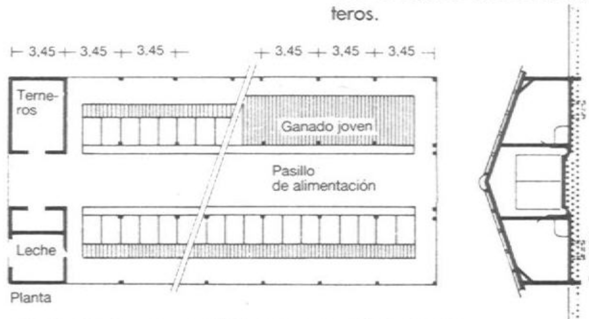
⑧ Establo lineal con 2 hileras de boxes, para vacas lecheras con ganado joven



⑪ Tipos de pesebres para establos de amarre de vacas lecheras



⑨ Establo de amarre con 2 hileras, para vacas lecheras con ganado joven



⑩ Establo de amarre con 2 hileras, para vacas lecheras con ganado joven

ESTABLOS DE GANADO VACUNO Y ENGORDE DE TOROS

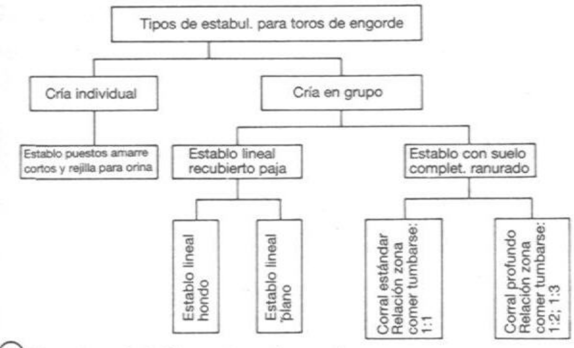
Información: KTBL. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt 12. → 📖

Los métodos de crianza en los establos de engorde puede efectuarse en grupo o aisladamente → ①. La estabulación individual exige un constante ajuste de la plaza al gran crecimiento corporal de los toros, se necesitan plazas de amarre diferentes por grupos de edades. Es preciso adoptar soluciones para la buena eliminación de la orina de la superficie para estar tumbados. La ventaja de la crianza individual consiste en que se eliminen los problemas del mantenimiento de rebaños.

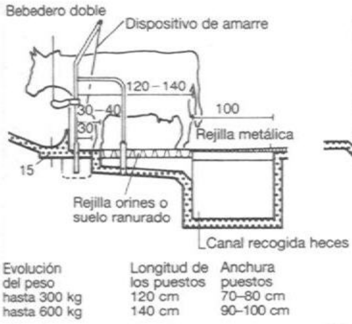
La crianza en grupos (6–15 animales de la misma edad y peso) presupone que los animales ya se acostumbren unos a otros durante los primeros meses de vida.

Se ha de diferenciar entre establos hondos y planos según la cantidad de paja que se emplee y el sistema de extracción del estiércol. En los establos hondos lineales toda la superficie del establo sirve para que permanezcan y se tumben los animales y está recubierta de paja. En los establos planos la superficie para tumbarse está separada del lugar para comer.

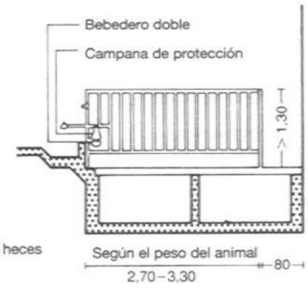
Establos de amarre para la cría individual. Se recomiendan los puestos cortos → ②. Al proyectar establos de engorde de ganado vacuno, se han de crear las condiciones para trasladar animales aislados o en grupo sin peligro alguno. Los sistemas de ventilación recomendados son por depresión, por gravedad y diferencia de presión. Funcionamiento seguro en cubiertas con una pendiente de 20°. En los establos de engorde de ganado vacuno lo más habitual es el método de alimentación con silos de maíz.



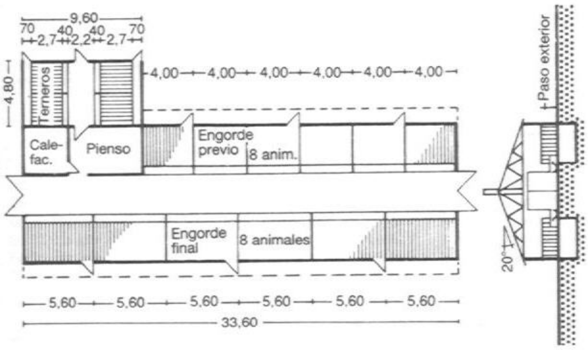
① Tipos de estabulación para toros de engorde



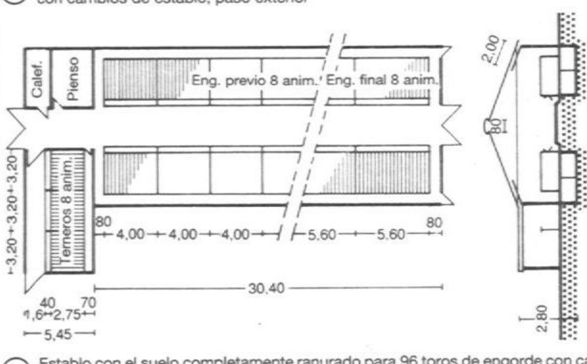
② Plaza corta, sin paja, para toros de engorde



③ Establo con el suelo elevado y completamente ranurado para toros de engorde con pasillo lateral



④ Establo con el suelo elevado y completamente ranurado para 96 toros de engorde con cambios de establo, paso exterior



⑤ Establo con el suelo completamente ranurado para 96 toros de engorde con cambios de establo, pasillo detrás de los establos

	Silos de maíz kg/día	dt/año	Espacio necesario por año (m³)	kg/día	Heno (dt/año)	Espacio necesario por año (m³)
1.ª fase de engorde 125-350 kg	12	43,8	6,15	0,5	1,8 (Balas de heno)	1,2
Última fase de engorde 350–550 kg	22	80,3	11,15			

⑦ Pienso necesario por animal en los establos de engorde de ganado vacuno

Peso (kg)	Sup. de establo necesaria por animal (m²)	Ancho del lugar para comer por animal (cm)	Medidas del pavimento ranurado Ancho recom. listones (mm)	Ancho recom. huecos (mm)
125–150	1,20	40		
150–220	1,40	45	1,20	
220–300	1,50	50	hasta	35
300–400	1,80	57	1,60	
400–500	2,00	63		
>500	2,20	70		

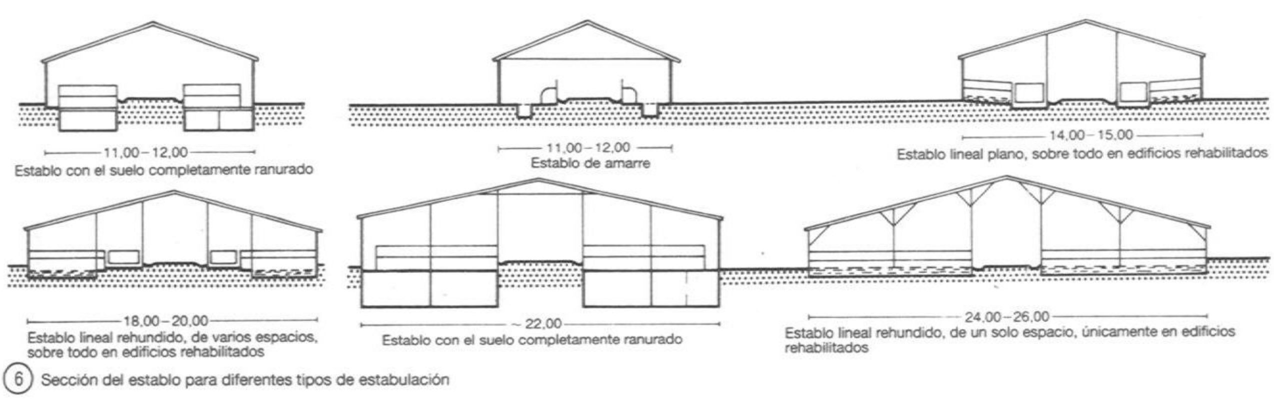
⑧ Espacio necesario y medidas del pavimento ranurado para los establos de engorde de ganado vacuno



⑨ Sección de un pesebre



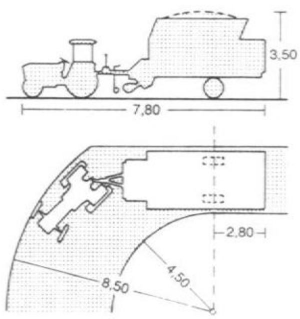
⑩ Sección de un pesebre



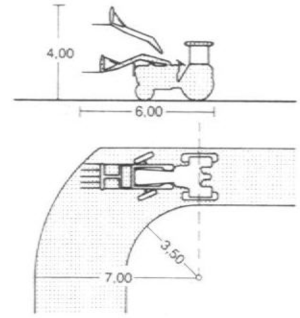
⑥ Sección del establo para diferentes tipos de estabulación

Granjas

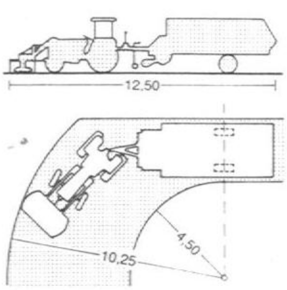
Información: KTBL. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt → 📖



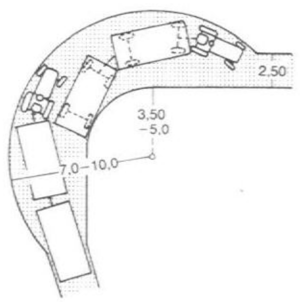
(1) Tractor con remolque



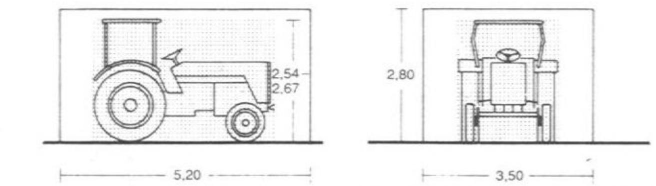
(2) Tractor con cargador frontal

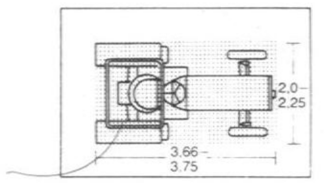


(3) Tractor con segadora frontal y remolque



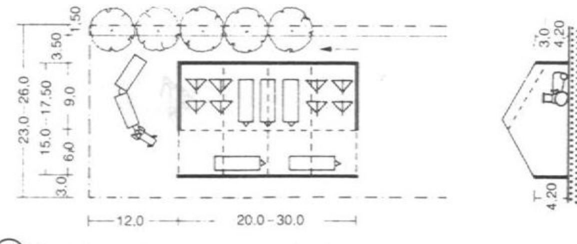
(4) Superficie necesaria para el paso de tractores



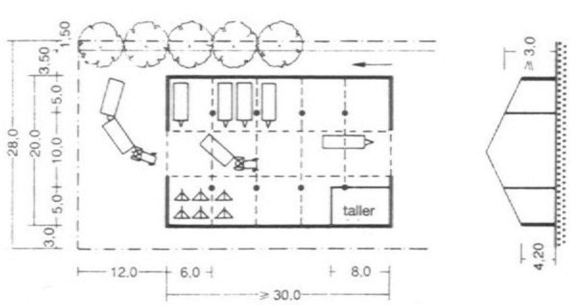


Remolque	m³	Long.	Ancho	Alto
Pienso verde	12	6,95	2,35	2,26
Pienso seco	19			2,94
Pienso verde	11	7,80	2,46	2,45
Pienso seco	17			3,10
Pienso verde	12	7,25	2,25	2,30
Pienso seco	18			3,25
Pienso verde	14	8,00	2,35	2,25
Pienso seco	20			2,90
Medida directriz para remolques	13 20	7,70	2,40	3,10
Medida directriz para cocheras		8,70	3,40	3,40

(5) Espacio necesario para un solo vehículo (tractor) (medidas para los garajes)



(6) Pequeña nave de maquinaria con calle lateral



(7) Gran nave de maquinaria con calle central. Pilares intermedios

Ámbito del edificio y tipo de industria	Dimensiones de referencia	Tamaño de la industria			
		10 ha	15 ha	20 ha	30 ha
Garaje para tractores y segadoras	Superficie	26 m²	43 m²	44 m²	62 m²
	Profundidad	5,0 m	5,2 m	5,2 m	5,4 m
	Altura	2,7 m	2,8 m	2,8 m	2,9 m
Garaje para explotación agraria 20 CG[1]	Superficie	46 m²			
	Profundidad	7,3 m			
Tractor con dispositivo de carga, segadora y rastrillo orbital	Altura				
	Tractor	2,9 m			
	Segadora	2,2 m			
Taller	Superficie	12 m²	12 m²	14 m²	16 m²
Cochera explotación forrajera sin campos propios	Superficie	160 m²	230 m²	260 m²	350 m²
	Profundidad	7,6 m	8,7 m	8,7 m	9,5 m
	Altura	3,3 m	3,4 m	3,4 m	3,5 m
Cochera explotación forrajera y agrícola	Superficie	180 m²	310 m²	370 m²	520 m²
	Profundidad	7,6 m	8,7 m	8,7 m	9,5 m
	Altura	3,3 m	3,5 m	3,5 m	3,6 m
Cochera explotación agrícola sin ganado	Superficie		240 m²	340 m²	450 m²
	Profundidad		8,0 m	8,0 m	9,7 m
	Altura		3,5 m	3,5 m	5,8 m
Cocheras para explotaciones de montaña 20 CG	Superficie		120 m²		
	Profundidad		8,3 m		
	Altura (Sin remolque)		3,2 m		

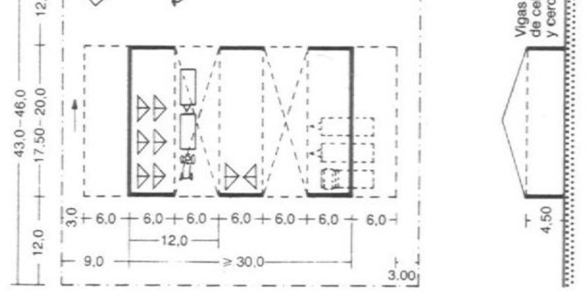
[1] CG = Cabezas de ganado

(8) Espacio necesario en garajes y cocheras

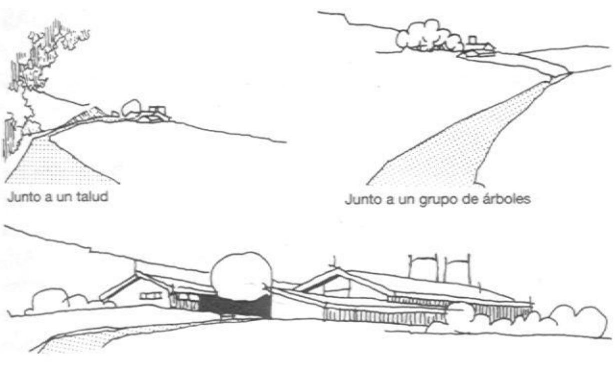
Máquina	Características	L(m)	A(m)	H(m)
Tractores con estribo de seguridad				
Tractor estándar	hasta 60 CV	3,30–3,70	1,50–2,00	2,20–2,60
Tractor tracción	60-120 CV	4,00–5,00	1,80–1,40	2,50–2,80
4 ruedas (incluido el remolque)	120-200 CV	5,50–6,00	2,40–2,50	2,50–2,90
Remolcador con plataforma	hasta 45 CV	4,50	1,70	2,50
Aparatos de transporte (con tijera de tracción) remolque de dos ejes				
Plataforma	hasta 3 t	aprox. 6,00	1,80–1,90	aprox. 1,50
Plataforma	3–5 t	aprox. 6,50	1,90–2,10	aprox. 1,60
y volquete	5–8 t	aprox. 7,00	2,10–2,20	aprox. 1,80
Remolque de un eje	hasta 3 t	aprox. 5,00[1]	1,90–2,10	aprox. 1,60
(con rascador)	3–5 t	5,00–5,50[1]	2,10	aprox. 1,60
o volquete	5–8 t	5,50–6,00	2,20–2,25	aprox. 2,00
remolque con tanque	3–6 m³	5,50–6,50	1,80–2,00	1,80–2,20
Máquinas para trabajar la tierra (en posición de transporte)				
Arado (incorporado)	2 rejas	aprox. 2,00	aprox. 1,20	aprox. 1,20
	3 rejas	2,70–3,30	1,30–1,50	aprox. 1,20
	5 rejas	4,50–5,50	2,00–2,50	aprox. 1,20
Arado giratorio	2 rejas	aprox. 2,30	aprox. 1,10	1,30–1,70
(incorporado)	3 rejas	2,90–3,30	1,40–1,60	1,30–1,70
	5 rejas	4,50–5,50	2,00–2,50	1,30–1,70
Cultivadora		1,50–3,00	2,30–3,00	0,60–1,10
Rastrillo de disco		3,20–3,50	1,70–3,50	0,70–1,10
Combinación de		2,70–3,00	1,10–1,30	
aparatos		1,10–1,40	2,00–3,00	1,10–1,20
Arado de fresa		0,80	hasta 3 m	1,00
Rastrillo vibrador		2,00–3,00	hasta 3 m	1,00
Rastrillo de rodillo		2,50	hasta 3 m	0,80
Rodillo	3 partes			
Diseminadora de abono	mineral			
Sembradora de caja	0,70–1,20	2,70–3,00	0,70–1,20	
Sembradora centrífuga	incorporado	1,00–1,50	1,40–1,50	0,90–1,40
Sembr. grandes sup.	colgado	4,30–5,50	1,80–2,80	1,70–2,00

[1] Diseminadora de establo, aprox. 0,5 m más larga

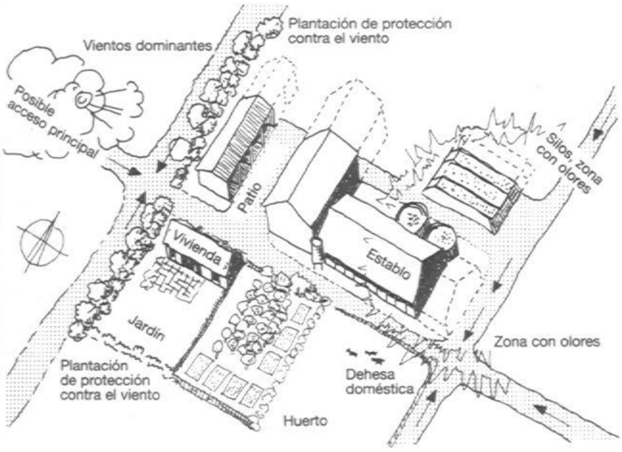
(9) Medidas de la maquinaria agrícola



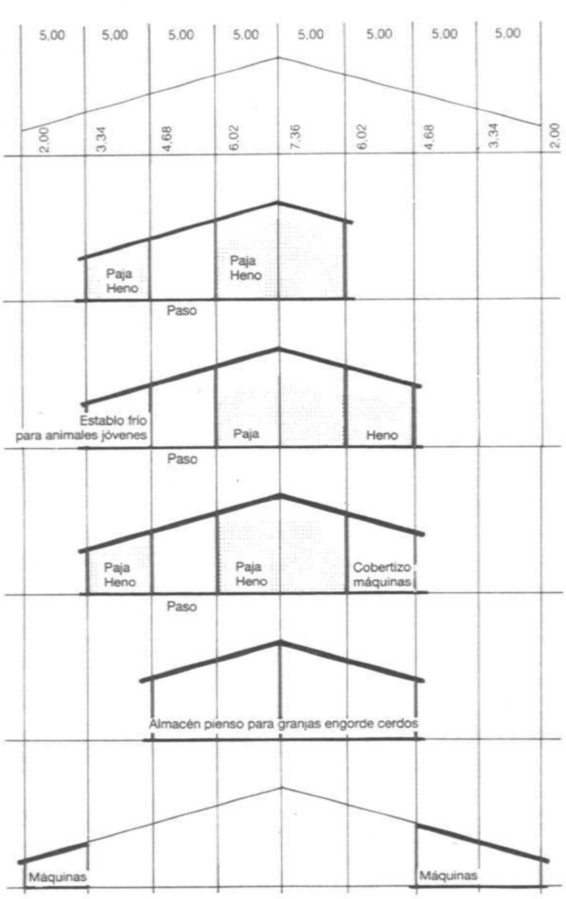
(10) Gran nave de maquinaria y utillaje con calle transversal



① Adaptado a la topografía haciendo coincidir la pendiente de la cubierta con la ladera



② Representación esquemática de los elementos de una granja (edificios, superficies exteriores y caminos)



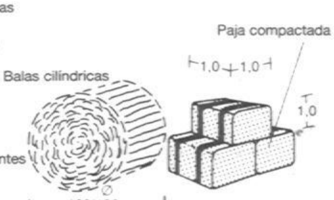
③ Sistema de planificación de un cobertizo flexible

Información: KTBL. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt → 📖

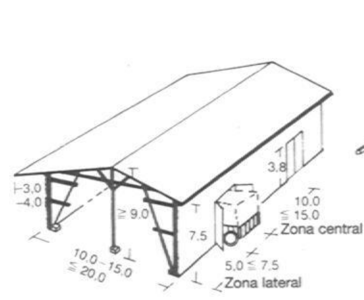
Al elegir el emplazamiento se han de valorar las características topográficas y climáticas en función de las necesidades funcionales y económicas de la explotación agrícola. Deberían tener preferencia respecto a las condiciones de propiedad existentes. Para las edificaciones destinadas a establos son válidos casi los mismos requisitos que para los edificios de viviendas. Se han de evitar las zonas con grandes peligros de heladas, de mucha niebla o muy ventosas y los emplazamientos especialmente expuestos. Se han de tener en cuenta la posición de los edificios entre sí, la disposición respecto a las edificaciones existentes en las proximidades y los vientos dominantes. La dirección predominante de los vientos en verano es más importante que la del invierno.
Al elegir el emplazamiento se ha de distinguir entre el tráfico «exterior» e «interior» de la explotación.
El tráfico exterior queda determinado por las conexiones con la red de caminos y carreteras públicas que llevan a las instalaciones de suministro y entrega (comercios, lecherías, etc.). Para la calidad del tráfico interior es más importante la conexión favorable a la red de caminos locales que la vecindad inmediata de la granja a los campos explotados. Al situar los edificios deberían respetarse las siguientes separaciones: al menos 10 m entre todos los edificios. De la vivienda al establo: al menos 15 m. De la vivienda al límite sur de la parcela: al menos 10 m, a los límites oeste o este: al menos 6 m → ②.
Para explotaciones ganaderas con unidades tecnológicamente dignas se necesitan, por regla general, superficies de 4000 a 5000 m^2 de superficie, con una anchura de 35 a 45 m. Para la zona de vivienda, incluido el jardín: aprox. 1000 m^2. Las vías de transporte en el interior y exterior de los edificios no deberían superar las siguientes pendientes: para vehículos manuales, 5%; vehículos a motor, 10%, en tramos cortos máximo 20%. El jardín debería considerarse también como un espacio habitable. A ser posible, se ha de situar al sur o al oeste de la vivienda, disponer de unos 100 m^2 de césped, parterres para flores, matas, arbustos, lugares para sentarse a resguardo, para juegos de los niños y para secar la ropa, en total se necesitan entre 400 y 500 m^2. Para cubrir el consumo propio se necesitan entre 50 y 60 m^2/persona de huerto. Para frutales: aprox. 100 m^2/persona.



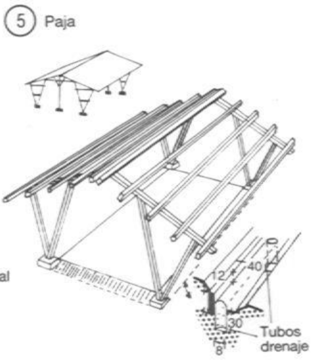
④ Ángulo de vertido de diferentes productos agrícolas



⑤ Paja



⑥ Cobertizo con pasos transversales



⑦ Cobertizo

Superficie necesaria en m²	Establo de amarre para ... vacas			Establo lineal de boxes para ... vacas			
	40	60	80	50	80	120	200
Establo	250	380	500	400	640	960	1600
Lechería	10	20	30	50	80	120	200
Silo transitable	200	300	400	250	400	600	1000
Forraje	80	120	160	100	160	240	400
Estercolero	160	240	320	200	320	480	800
Circulación	400	600	720	500	720	960	1400
Patio	800	1050	1200	1250	1760	2400	3000
Superficie total en m²	1900	2710	3330	2750	4080	5760	8400
Anchura de la parcela en m	33	33	33	45	45	45	45

(1) Vacas lecheras sin cría nocturna

Información: KTBL. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt → 📖

Las tablas reproducidas en esta página, sobre la superficie de las parcelas de diferentes explotaciones agropecuarias, se basan en los estudios realizados por Herms/Hillendahl. Las diferencias en los datos de las superficies se deben a diferentes supuestos. Así, por ejemplo, la superficie necesaria de la parcela se puede disminuir si se construyen silos verticales en vez de transitables o se utiliza el espacio de la cubierta o debajo del pavimento ranurado para almacenar productos.
Las tablas → (1) a (7), referentes a la superficie de la parcela, no incluyen el espacio necesario para guardar la maquinaria, ni el taller, ni la vivienda, ya que no tienen que estar necesariamente al lado de los edificios de producción.

Superficie necesaria en m²	Establo de amarre para ... vacas			Establo lineal de boxes para ... vacas			
	40	60	80	50	80	120	200
Establo	320	470	630	440	700	1050	1750
Lechería	20	20	30	60	80	80	80
Silo transitable	250	380	500	310	500	750	1250
Forraje	100	150	200	130	200	300	500
Estercolero	200	300	400	260	400	600	1000
Circulación	500	750	900	620	900	1200	1750
Patio	1000	1270	1500	1560	2200	3000	3750
Superficie total en m²	2390	3340	4160	3380	4980	6980	10080
Anchura de la parcela en m	33	33	43	45	45	45	45

(2) Vacas lecheras con cría nocturna

Sup. necesaria en m²	Establo de engorde de...		Plazas	
	500	1000	1500	2000
Establo	850	1700	2500	3400
Estercolero	250	400	600	800
Circulación	240	400	440	400
Patio	1300	2300	2700	3000
Superficie total en m²	2640	4800	6290	7600
Anchura de parcela en m	35	35	55	55

(5) Engorde de cerdos

Superficie necesaria en m²	Boxes individuales para engorde de terneros para ... terneros				Establo lineal engorde toros pav. completamente ranurado para ... animales			
	100	200	300	400	100	200	300	400
Establo	340	640	930	1200	400	940	1410	1880
Forraje	–	–	–	–	50	100	150	200
Silo transitable	–	–	–	–	560	1000	1250	1500
Estercolero	50	100	150	200	120	200	300	400
Circulación	200	200	200	200	650	560	750	850
Patio	1110	1600	2200	2640	1210	2100	3140	2170
Superficie total en m²	1700	2540	3480	4240	2990	4900	7000	7000
Anchura de la parcela en m	45	45	45	45	35	35	50	50

(3) Engorde de ganado vacuno

Sup. necesaria en m²	Gallinas ponederas 3 jaulas superpuestas para ... animales			Engorde de gallinas cría en jaulas para ... animales		
	10000	50000	100000	10000	50000	100000
Establo	630	3000	6000	400	2000	4000
Sala para selec. huevos	–	400	800	–	–	–
Estercolero	110	550	1100	50	250	500
Circulación	200	1200	1800	100	500	1000
Patio	1260	5050	8000	1000	4000	7000
Superficie total en m²	2200	10200	17700	1550	6750	12500
Anchura de parcela en m	35	100	100	35	80	80

(6) Cría de gallinas

Superficie necesaria en m²	Cría de cochinillos para ... cochinillos				Cría de cochinillos para ... cochinillos con ... plazas de engorde para ... cerdos		
	80	100	120	150	46 C 400 E	88 C 800 M	142 C 1200 E
Establo	720	850	1020	1200	880	1760	2640
Estercolero	90	100	110	120	240	400	600
Circulación	230	250	270	300	240	400	480
Patio (incluido corral)	1600	1850	2100	2400	1480	2640	3120
Superficie total en m²	2640	3050	3500	4020	2840	5200	6830
Anchura de la parcela en m	45	45	45	50	45	45	50

(4) Producción de cerdos (... con establo de engorde)

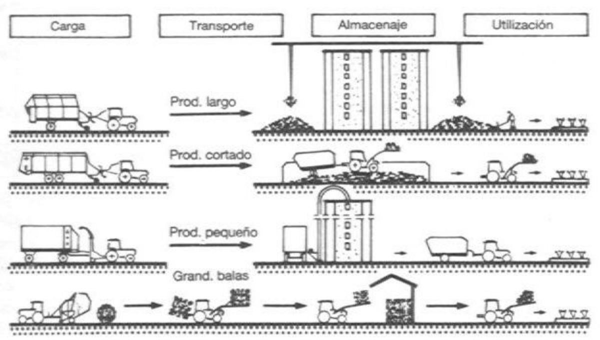
Superficie necesaria en m²	Cultivo de cereales para ... ha			Cultivo de piensos en ... ha		
	60	80	100	80	100	120
Nave de maquin.		290	320	230	270	300
Sup. de vertido y estercolero		250	250	250	250	250
Circulación y depósito		200	220	180	200	220
Patio		230	250	200	230	250
Superficie total en m²	880	970	1040	860	950	1020
Anchura de parcela en m	33	33	40	33	33	40

(7) Cultivo de cereales

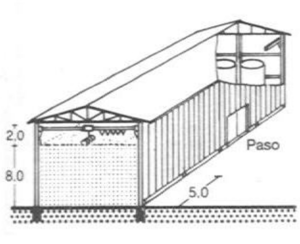
→ 🕮

Forma del producto	Dimens. en cm	Prod. fresco	Produc. secos 35%	Heno	Paja	Manipulación
Largo	ca. 25	1,7	1,2–1,5	0,5	0,3	Por porciones (grúa de cuchara)
Cortado	4–8	2,0	1,5–1,8	0,8	0,4	Producto vertido (cilind. dosific.)
Pequeño	4	3,5	2,5–3,0	0,6–1,0	0,5–0,8	Producto vertido (fuelle, fresa)
Balas pequeñas	35×50×80	–	2,5–3,0	1,0–1,5	0,8–1,3	Por unidades a mano
Grandes balas	⌀ 180–150	–	3,0	0,8–1,8	0,6–1,3	Por unidades para tractores de carga frontal
	150×150 ×240 (160×120 ×70)	–		0,6–0,9	0,7–1,3	

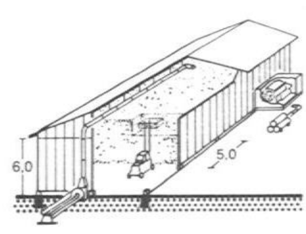
(1) Comparación entre diferentes productos de cultivo



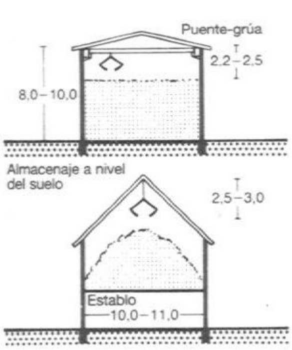
(2) Almacenaje de las provisiones de pienso



(3) Nave con grúa de cuchara



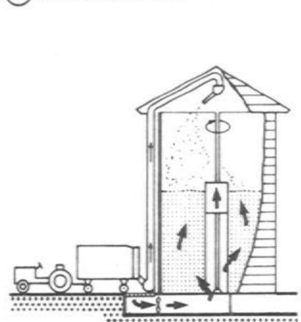
(4) Nave para almacenar heno



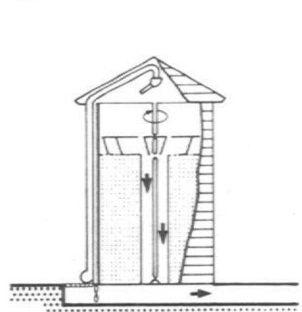
(5) Almacenes de heno



(6) Almacenaje de heno



(7) Torre de heno, llenado y ventilación



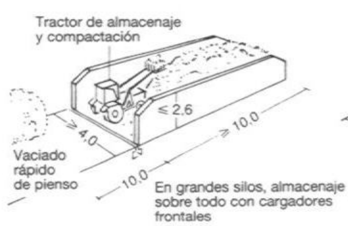
(8) Torre de heno, vaciado

Información: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Bartningstr. 49, 6100 Darmstadt

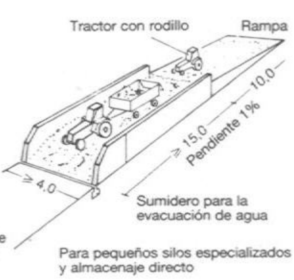
Producto		Peso en volumen dt/m³	Espacio necesario (almacenaje antes de compactación) m³/dt
Heno:	Producto largo (Calidad entre buena y muy buena, altura de almacenaje 2–6 m trituración, 5 cm)	0,7–1,2	1,7 –1,0
	(Calidad entre buena y muy buena, altura de almacenaje 2–6 m)	0,9–1,2	1,3 –1,0
	Balas de heno, sin estratificar	1,3–1,7	0,9 –0,7
	Balas de heno, estratificadas	1,6–2,0	0,8 –0,6
	Heno ventilado	1,2–1,7	1,0 –0,7
	Torre de heno	1,5–1,8	0,8 –0,7
	Verde seco - Cobs	5,0–6,0	0,20–0,17
En silos:	Alm. prod. secos (35–25% prod. húm.)	5,5–7,0	0,20–0,16
	Alm. de maíz (28–20% prod. húm.)	6,0–7,5	0,18–0,15
	Hojas de remolacha	8,5–9,5	0,13–0,12
Pienso de nabos		6,3–7,0	0,16–0,14
Vigorizantes triturados		5,5–6,5	0,22–0,19
Pienso seco		3,2–3,5	0,38–0,34

Los espacios de almacenaje descritos, no incluyen el espacio necesario para la mecanización de las tareas de llenado y vaciado (por ejemplo, vestíbulo, transportadores, grúa, etc.), sin embargo, sí incluyen un suplemento de llenado del 20% para el heno y los vigorizantes y del 10% para los productos ensilados.

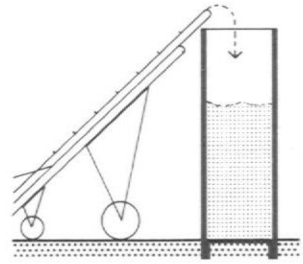
(9) Almacenaje de cereales y pienso



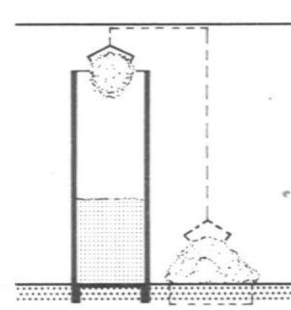
(10) Silo plano



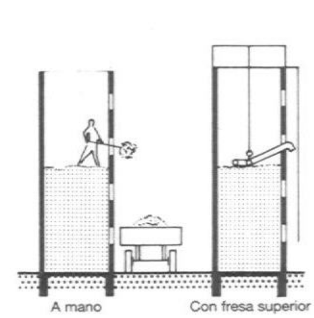
(11) Silo plano con rampa



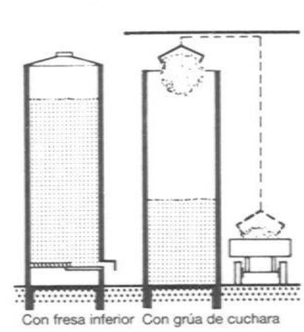
(12) Silo alto de llenado con cinta transportadora



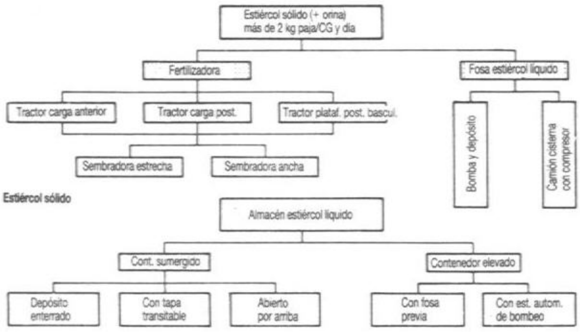
(13) Silo alto de llenado con grúa de cuchara



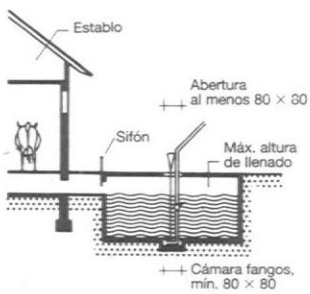
(14) Vaciado de silos altos



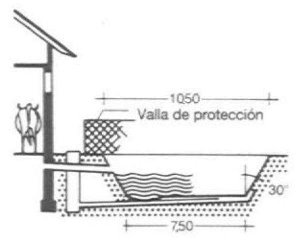
(15) Vaciado de silos altos



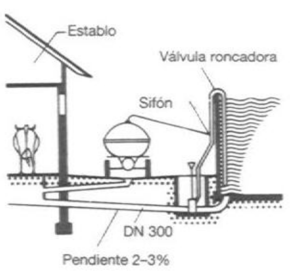
(1) Esquema de almacenamiento de heces sólidas, líquidas y orina



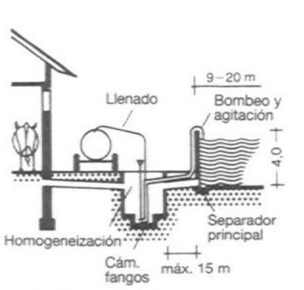
(2) Contenedor sumergido (macizo)



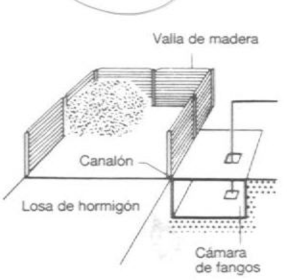
(3) Depósito con lámina sintética de impermeabilización



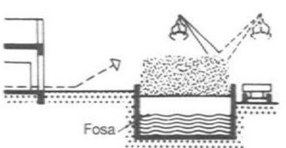
(4) Contenedor elevado con estación de bombeo



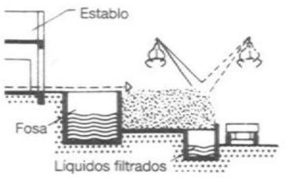
(5) Contenedor elevado con fosa previa



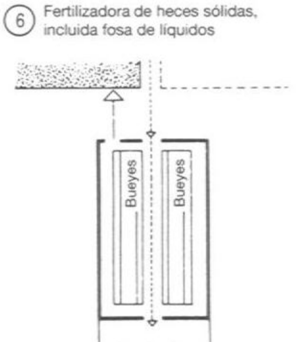
(6) Fertilizadora de heces sólidas, incluida fosa de líquidos



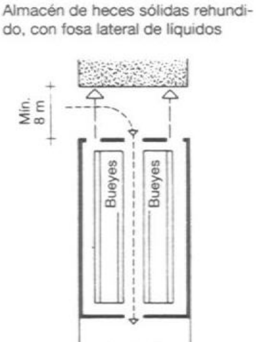
(7) Almacén de heces sólidas encima de la fosa de líquidos



(8) Almacén de heces sólidas rehundido, con fosa lateral de líquidos



(9) Almacén de heces sólidas situado en un testero, fertilizadora dividida



(10) Almacén de heces sólidas situado en un testero, entrada lateral al establo

Las heces líquidas y sólidas que expelen los animales, dependen del tipo de animal, de su peso (expresado en unidades de cabezas de ganado, 1 CG = 500 kg de peso), así como del tipo y composición de la comida y bebida. No se puede fijar con exactitud el contenido de la alimentación, ya que las raciones varían, por lo general, a lo largo del año. Sólo se pueden dar valores promedio → (11)–(12).

Heces sólidas. Dado un suministro normal de forraje de 1,5 a 2,0 kg de paja por CG y día, y una altura de amontonamiento del estiércol sólido de 2,0 a 2,5 m resulta que en el estercolero se necesita una superficie de 0,5 m^2/CG al mes. En la fosa del estiércol, junto a las heces y la orina se recoge también el agua de limpieza y buena parte del agua de lluvia que cae encima. Si se supone que se evapora 1/3 del agua de lluvia y que el estercolero tiene 3 m^2 de base por cada CG (seis meses de almacenaje), resulta un volumen de estiércol de 0,64 m^3/CG al mes. Cálculo:

$$\text{Orina: } \frac{15\ \text{l/CG} \cdot \text{día} \times 365\ \text{días}}{12\ \text{meses}} = 465\ \text{l/CG} \cdot \text{mes}$$

$$\text{Agua de limpieza: } \frac{2\ \text{l/CG} \cdot \text{día} \times 365\ \text{días}}{12\ \text{meses}} = 61\ \text{l/CG} \cdot \text{mes}$$

Agua de lluvia:

750 mm – 250 mm (evaporación) = 500 mm

$$\frac{500\ \text{l/m}^2 \times 3\ \text{m}^2\text{/CG}}{12\ \text{meses}} \qquad \frac{= 125\ \text{l/CG} \cdot \text{mes}}{= \Sigma \sim 640\ \text{l/CG} \cdot \text{mes}}$$

Heces líquidas (orina). Se recogen las heces, la orina y el agua de lluvia. Al recoger la orina en fosas cerradas no se añade agua de lluvia; en las fosas abiertas, para prever el agua de lluvia, basta que el perímetro supere en 20 a 30 cm la cota superior de la orina. Al evaporarse el agua de lluvia y parte de las heces líquidas se vuelve a aumentar la capacidad de la fosa. En la cría de ganado lechero se producen 1,4 m^3/CG · mes de orina. En el engorde de toros, con alimentación de maíz almacenado en silos, la producción de orina se reduce hasta 1,0 m^3/CG · mes.

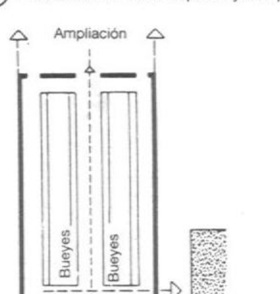
Tipo de animal	Heces sólidas dt/CG mes	Heces sólidas m^3/CG mes	Orina m^3/CG mes	Nutrientes contenidos en las heces sólidas N kg/CG/mes	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Caballo	7,5	1,0	0,1	4,5	2,1	4,0	1,8	1,05
Ganado vacuno								
Vacas–establo de amarre	9,0	1,2	0,6	4,5	2,3	5,9	1,8	1,8
Engorde de bueyes Establo de amarre	9,0	1,2	0,6					
Engorde de bueyes–forraje intenso	15,0	2,0	1)					
Oveja	6,5	0,9	1)	5,2	1,5	4,4	2,1	1,2
Cerdo	5,0	0,6	0,6	2,8	3,8	2,5	2,0	1,0
Cerdo–forraje intenso	10,0	1,2	1)					
Gallinas ponederas (heces secas 80%)	4,6	0,4		16,3	21,4	11,2	55,8	
Gallinas ponederas (heces secas en el suelo 78%)	5,5	0,7		14,3	18,7	10,5		
Gallinas de engorde (heces secas en el suelo)	5,9	0,8						
Conejos (heces secas)	3,3	0,4		1,7	1,5	4,0	2,1	

1) Dependiendo del forraje

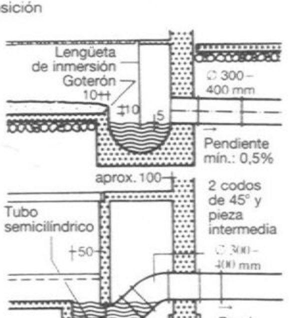
(11) Producción de heces sólidas y composición

Tipo de animal	Heces líquidas m^3/CG/mes	Contenido Prod. húm. %	Nutrientes N kg/m^3	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	N kg/CG/mes	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Ganado vacuno	1,4	10	4	2	6	2	1	5,6	2,8	8,4	2,8	1,5
Cerdos	1,4	7	6	4	3	3	1	8,4	5,6	4,2	4,2	1,4
Gallinas ponederas	1,9	15	8	8	5	15	2	15,2	15,2	9,5	28,5	3,8

(12) Producción de heces líquidas y composición



(13) Almacén de heces sólidas, situado a un lado

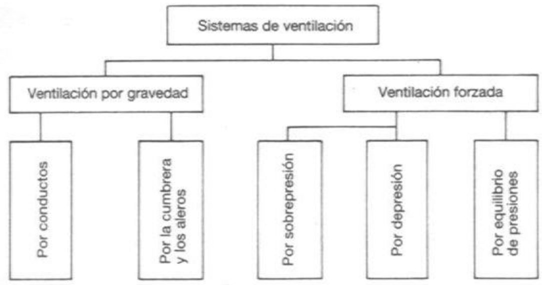


(14) Cierres estancos al gas para fosas de orina o canales de recogida de estiércol líquido

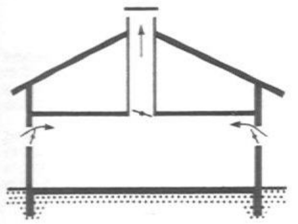
CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LOS ESTABLOS DIN 18910

→ 🕮

Las condiciones climáticas en los establos tienen, junto a la alimentación y al método de cría, una influencia decisiva en el rendimiento y en la salud de los animales. Por condiciones climáticas en un establo, se entiende la influencia conjunta de factores como: temperatura, humedad del aire, movimiento del aire, composición del aire, iluminación, ventilación, superficie acristalada, volumen del establo, orientación solar y aislamiento térmico del cerramiento. Velocidad de entrada del aire, según la anchura del establo, entre 2,0 y 5,0 m/seg. Los sistemas de ventilación se dividen en ventilación por gravedad y ventilación mecánica → ②–⑦.

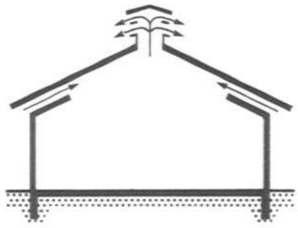


① Sistemas de ventilación



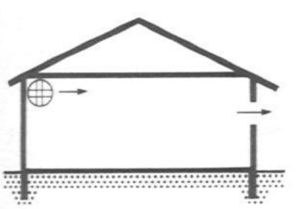
Se necesita un conducto de al menos 5 m de longitud, sólo funciona sin coste energético cuando la temperatura en el exterior es baja.

② Ventilación a través de conductos



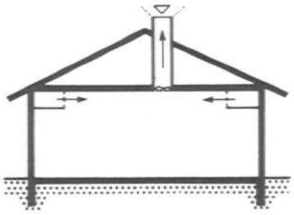
Requisito: cubierta = tejado; dificultades cuando se dan inversiones térmicas, la entrada de aire ha de ser regulable.

③ Ventilación a través de la cumbrera y los aleros



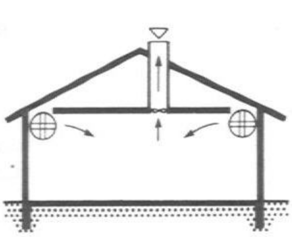
Problemas cuando sopla viento, no hay una extracción dirigida, se puede combinar bien con el sistema de calefacción; consumo de energía: 105–125 kWh/CG y año.

④ Ventilación por sobrepresión



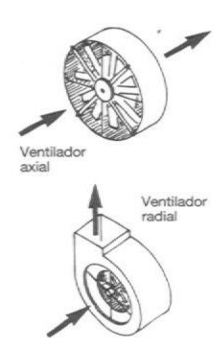
Ventilación por depresión
instalación sencilla, extracción dirigida (protección del medio ambiente), difícil combinación con la calefacción.
Consumo de energía: 98–105 kWh/CG y año.

⑤ Ventilación por depresión

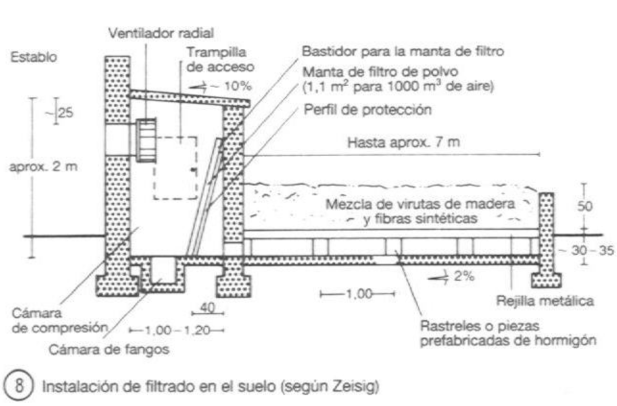


Instalación compleja, distribución segura del aire, funcionamiento completamente independiente de las condiciones climáticas, combinación sencilla con la calefacción; elevados costes (de 1,5 a 2 veces los costes de un sistema de ventilación por depresión).
Cons. de energía: aprox. 205 kWh/CG y año.

⑥ Ventilación por equilibrio de presión



⑦ Tipos de ventiladores



⑧ Instalación de filtrado en el suelo (según Zeisig)

Temperatura del aire en °C		Velocidad recomendada del aire m/s
Menos de	18	0,15
	20	0,20
Más de	22	0,24
	24	0,35
	26	0,50

⑨ Velocidad del aire recomendada en función de la temperatura

	para anim. l/m³	* valor CT
Ác. carbónico	3,50	5,00
Amoníaco	0,05	0,05
Ácido sulfhídrico	0,01	0,01

* Máxima concentr. en puestos trabajo

⑩ Concentración admisible de gases en el aire del establo

El diseño debería basarse, al igual que en la ventilación forzada, en el cálculo del tamaño de las aberturas de impulsión y extracción. Se han de calcular para las renovaciones de aire en verano, según lo prescrito en la norma DIN 18910, y para el caso de calma absoluta empleando las siguientes fórmulas:

$$w = \frac{g \cdot H \cdot \Delta t/T_1}{1 + F_1/F_2} \text{ (m/s)} \qquad F_2 = \frac{Vi}{3600 \cdot w} \text{ (m}^2\text{)}$$

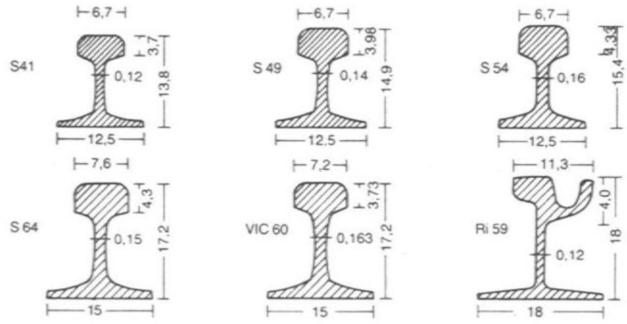
- w = velocidad de extracción en la cumbrera en m/s
- g = aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)
- H = altura de la cumbrera desde el pavimento del establo en m
- T_1 = temperatura exterior en °K (±273°C)
- Δt = diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior en °K
- Vi = renovaciones de aire en verano según DIN 18910 en m³/h
- F_1 = superficie de impulsión de aire en m²
- F_2 = superficie de extracción de aire en m²

(para simplificar el cálculo, se puede considerar que $F_1 = F_2$)

Establo para:	Condiciones óptimas para los animales		Valores de cálculo recomend. en invierno	
	Temp. del aire °C	Humedad rel. del aire %	Temp. del aire °C	Humedad relativa del aire %
Vacas lecheras, terneros de cría, bueyes de cría, cría de ganado joven	0–20	60–80	10	80
Engorde de ganado joven, y de bueyes	12–20*	60–80	16	80
Engorde de terneros	16–20*	60–80	18	70
Cochinillos jóvenes, verracos	5–15	60–80	12	80
Cerdos de engorde	15–20*	60–80	17	80
Cerdos y cochinillos:				
Cerdos	12–16	60–80		
Cochinillos al nacer (con una zona calefactada)	30–32	40–60		
Cochinillos de hasta 6 sem.	20–22	60–70		
Cochinillos, engorde previo hasta 30 kg	18–22*	60–80	20	60
Cría en jaulas desde 5 kg hasta unos 20 kg (de la 2.ª a la 8.ª semana)	22–26*	40–60	26	60
Pollitos con una zona calefactada, disminuyendo la temperatura 3 grados cada semana	32–18*	60–70	26	60
Gallinas ponederas	15–22	60–80	18	70
Pavos con zona calefactada, disminuyendo la temperatura 3 grados cada semana	18–36*	60–80	22	60
Pavos de engorde desde 7.ª semana	10–18*	60–80	16	80
Patos	10–30*	60–80	20	60
Caballos	10–15	60–80	12	80
Caballos de montar, caballos de carreras	15–17	60–80	16	80
Ovejas de cría	6–14	60–80	10	80
Ovejas de engorde	14–16*	60–80	16	80

*) al crecer los animales, la temperatura del aire ha de ir disminuyendo del valor máximo hacia el mínimo.

⑪ Temperatura del aire y humedad relativa del aire en diferentes establos

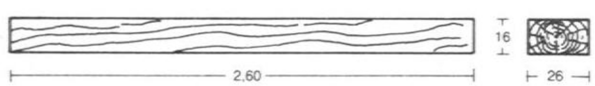


(1) Perfiles más usuales de vía

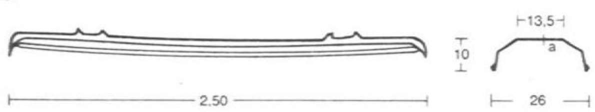
	P (kg/ml)	A (cm²)	$W_{xcabeza}$ (cm³)	W_{xpie} (cm³)	W_y (cm³)	I_x (cm⁴)	I_y (cm⁴)
S 41	40,95	52,2	196,0	200,5	41,7	1368	260
S 49	49,43	63,0	240,2	248,2	51,0	1819	320
S 54	54,54	69,4	262,4	276,4	57,0	2073	359
S 64	64,92	82,4	355,9	403,5	80,5	3253	604
UIC 60	60,34	76,9	335,5	377,4	68,4	3055	513
Ri 59	58,96	75,1	372,6	351,8	81,0*)	3257	781

*) W_y = 118 cm³ por existir asimetría

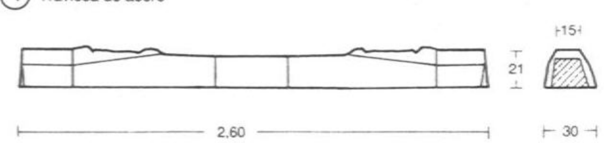
(2) Dimensiones de las vías → (1)



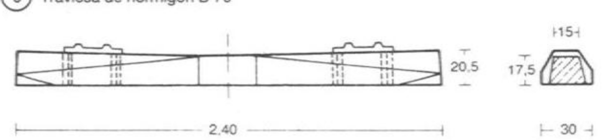
(3) Traviesa de madera



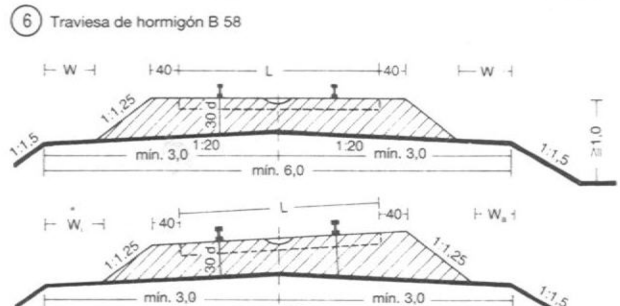
(4) Traviesa de acero



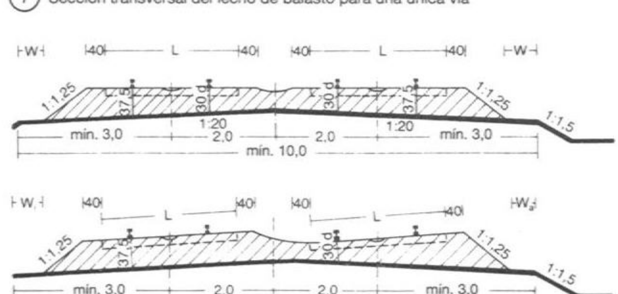
(5) Traviesa de hormigón B 70



(6) Traviesa de hormigón B 58

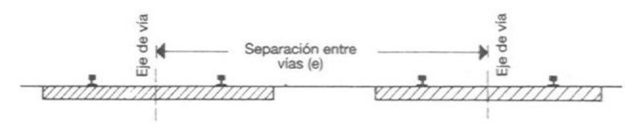


(7) Sección transversal del lecho de balasto para una única vía



(8) Sección transversal del lecho de balasto para vía doble

Información: Compañía de Ferrocarriles

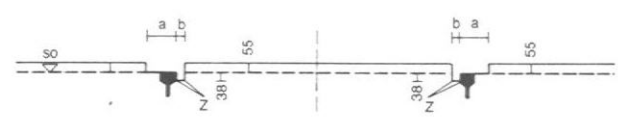


(9) Separación entre vías

Las separaciones entre vías (e) más importantes son:

— Separación normal en tramos libres 4,00 m (3,50 m en tramos existentes)
cuando se colocan señales 4,50 m
como espacio de protección cada 2.ª vía 5,40 m
en vías de nueva construcción con v > 200 km/h 4,70 m

— Separación normal en estaciones 4,50 m (4,75 m)
vías principales continuas 4,00 m
entre cada grupo de 5 a 6 vías 6,00 m
vía para probar los frenos 5,00 m
vía para limpieza de vagones 5,00 m



(10) Dimensiones de la parte inferior del espacio libre
a ≧ 150 mm para objetos fijos que no están unidos a la vía; a ≧ 135 mm para objetos fijos unidos a la vía; b = 41 mm para dispositivos que guían a la rueda por su cara interior; b ≧ 45 mm en el cruce de carreteras; b ≧ 70 mm en todos los demás casos; Z = esquinas, que pueden redondearse → (1).

Vía normal de los Ferrocarriles Federales de Alemania
Ancho de la vía (en el 71% de los ferrocarriles del mundo): 1,435 m
Tolerancia en el ancho de vía:
−3/+30 mm en las vías principales
−3/+35 mm en las vías secundarias
(Otros anchos de vía: ex Unión Soviética 1,520 m; España y Portugal 1,668 m; Sudáfrica 1,067 m; Chile, Argentina e India 1,673 m)

Vida media de las traviesas
— impregnadas con aceite de alquitrán (según el procedimiento Rüping) 25–40 años
— traviesas de madera sin imprimación 3–15 años
— traviesas de acero unos 45 años
— traviesas de hormigón, vida estimada al menos 60 años

Profundidad de las cunetas en trinchera ≧ 0,4–0,6 m bajo la explanación.

Pendiente de la cuneta 3–10 %, según como sea la base de la cuneta.

Cuando existan muros de contención se ha de canalizar el agua por conductos o mechinales.

Pendiente longitudinal de las vías principales ≦ 12,5 ‰, en vías secundarias ≦ 40 ‰ y en las vías de estaciones ≦ 2,5 ‰. Con autorización especial se puede alcanzar una pendiente del 25 ‰ en las vías principales.

Carga de una rueda en reposo: 9 t. Si la estructura es suficientemente resistente se pueden alcanzar cargas mayores (hasta 11,25 t).

FERROCARRILES

VÍAS → 📖

Radios de curvatura (en el eje) = R

En líneas principales (trayecto libre) .... ≧ 330 m
En líneas principales (estaciones) .... ≧ 180 m
En líneas secundarias con paso de vagones de líneas principales .... ≧ 180 m
En líneas secundarias sin paso de vagones de líneas principales .... ≧ 100 m
En vías de empalme transitadas por locomotoras de la Compañía Nacional de Ferrocarriles .... ≧ 140 m
En vías de empalme no transitadas por locomotoras de la Compañía Nacional de Ferrocarriles, a ser posible .. ≧ 100 m
como mínimo .... ≧ 35 m

Si 100 m > R ≧ 35 m se recomienda usarlas únicamente para remolcar los vagones. Las curvas de R < 130 m ya no pueden ser recorridas por todos los tipos de vagones.

Radios para líneas de vía estrecha

Con un ancho de vía de 1,00 m .... R ≧ 50 m
Con un ancho de vía de 0,75 m .... R ≧ 40 m
Con un ancho de vía de 0,60 m .... R ≧ 25 m

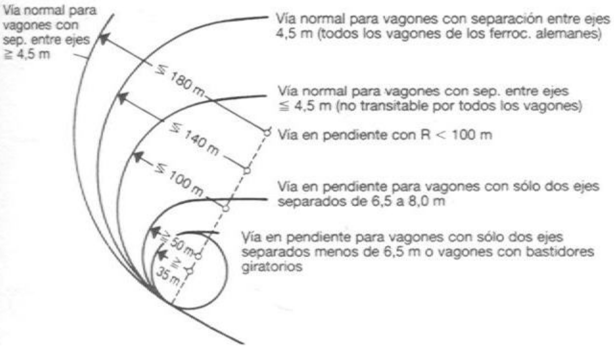
En las vías que sean recorridas a velocidad mayor que la de maniobra se ha de introducir un arco de transición entre un tramo recto y un tramo curvo de radio R, cuya curvatura aumenta de forma constante desde 1:∞ hasta 1:R → ②, los tramos curvos se han de peraltar para que la aceleración centrífuga se mantenga dentro de límites aceptables (≦ 0,65 m/s²). Las rampas de los peraltes y los arcos de transición deberían coincidir.
Para más detalles consúltese la norma 820/1 de los Ferrocarriles Federales de Alemania.

Cambios

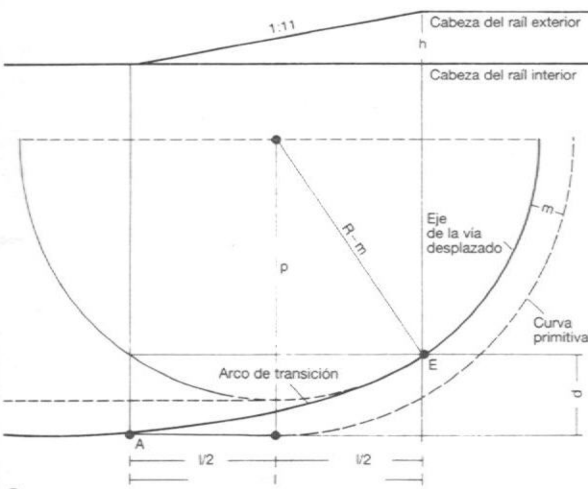
Suelen designarse por la forma de las vías, el radio de desviación y la tangente del ángulo comprendido, por ejemplo, 49–190–1:9.
Ocupación de la vía con vagones sólo hasta los piquetes de distancia → ⑤.
Separación entre los ejes de las vías en los piquetes de distancia ≧ 3,5 m.
Longitud de las agujas → ⑨
49–190–1:7,5 = 25,222 m/12,611 m
49–190–1:9 = 27,138 m/10,523 m
49–300–1:9 = 33,230 m/16,615 m
Diámetro normal de las placas giratorias ∅ = D. Para ejes: 2–3 m, para vagones: 3,5–10,0 m, para locomotoras: 12,5–23,0 m.

Transbordadores. Tamaño = separación mínima entre ejes de los vagones a transbordar + 0,5 m.

Pasos a nivel. Según la norma 815 de la Compañía Federal de Ferrocarriles de Alemania.



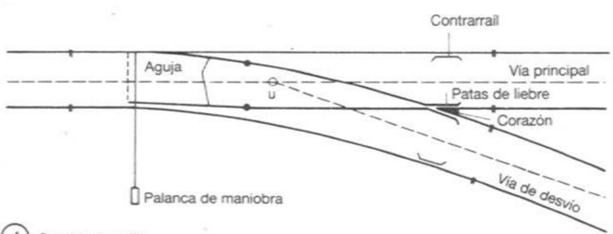
① Radios de curvatura (capacidad de giro) de las vías de empalme. En construcciones nuevas se han de evitar los radios inferiores a 100 m → p. 364



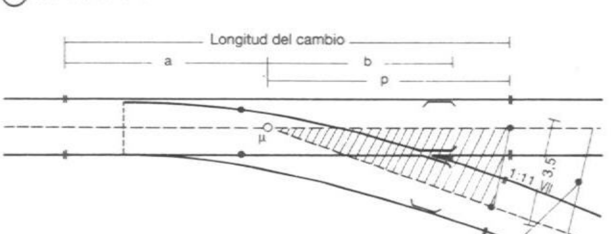
② Rampa de peralte y arco de transición

R	l	m	Pendiente rampa
180–200	40	0,370 0,333	1: 320 1: 320
250–350	30	0,150 0,107	1: 300 1: 400
400–2000	20	0,012 0,008	1: 310 1:1300

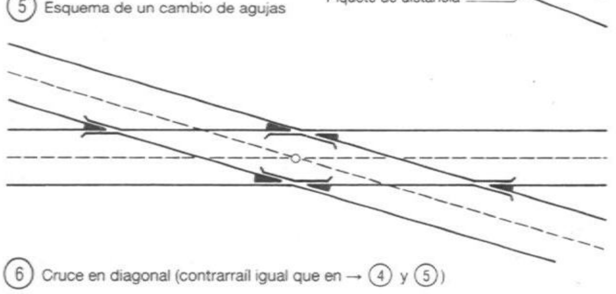
③ Tabla de líneas secundarias y vías de empalme más frecuentes en m



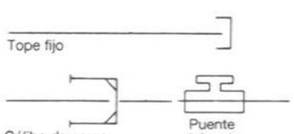
④ Cambio sencillo



⑤ Esquema de un cambio de agujas



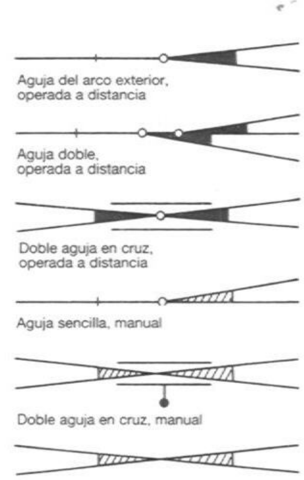
⑥ Cruce en diagonal (contrarraíl igual que en → ④ y ⑤)



⑦ Simbología

Cambio	r(m)	1:n	Medida real (long. de obra m)
Trav. unión senc. 49	215	1:4,8	22,100
Camb. senc. 49	190	1:7,5	30,039
Camb. senc. 49	190	1:9	27,138
Trav. unión doble 49	190	1:9	33,230
Camb. en cruz 49	190	1:9r/ 1:9l	37,661

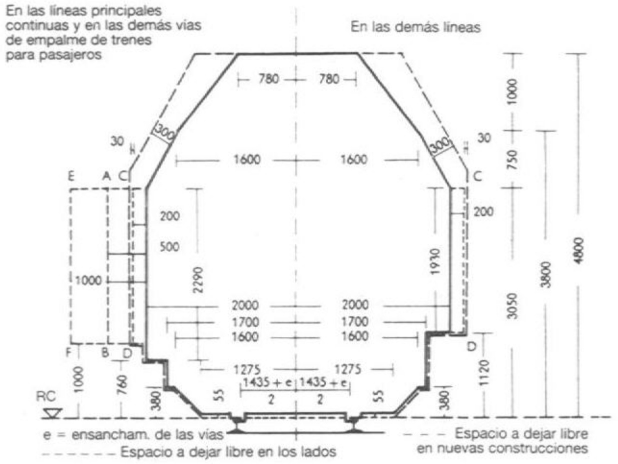
⑧ Dimensiones de los cambios de agujas



⑨ Simbología

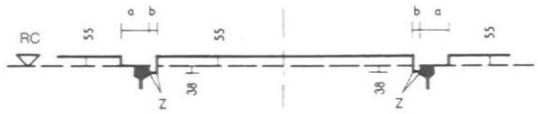
Delimitación del gálibo

Vías de anchura normal



A–B en trayectos de líneas principales, válido en todos los casos, excepto túneles y viaductos
C–D en estaciones, túneles y viaductos, así como en las señalizaciones entre vías de líneas principales
E–F para objetos fijos en andenes de pasajeros

(1) Gálibo normal, válido en tramos rectos y curvas de radio ≧ 250 m E 1:100



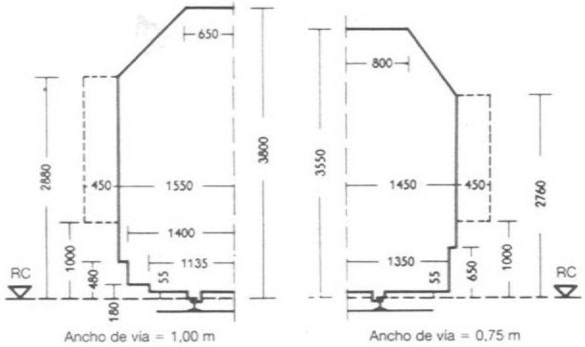
a ≧ 150 mm para objetos fijos, no unidos a los raíles
a ≧ 135 mm para objetos fijos, unidos a los raíles
b = 41 mm para dispositivos de guía de las ruedas por su cara interior
b ≧ 45 mm en los pasos a nivel
b ≧ 70 mm en todos los demás casos
Z = rincones que pueden redondearse

(2) Límites inferiores del gálibo E 1:40

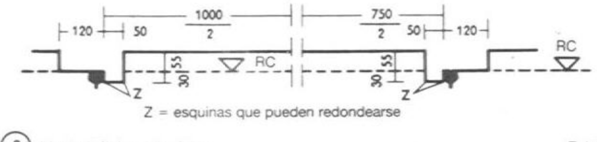
Radio de curvatura m	Incremento necesario de las dimensiones del semiancho del gálibo en el: Interior de la curva mm	Exterior de la curva mm
250	0	0
225	25	30
200	50	65
190	65	80
180	80	100
150	135	170
120	335	365
100	530	570

(3) Ampliación aconsejable del gálibo en curvas de radio < 250 m

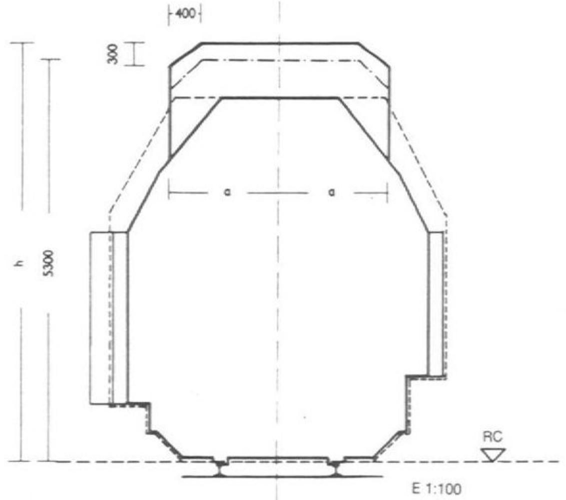
Líneas de vía estrecha



(7) Gálibo en tramos rectos E 1:100



(8) Límite inferior del gálibo E 1:20



Para construcciones existentes, túneles y puertas de los depósitos de locomotoras, al electrificar una línea ferroviaria

(4) Límites superiores del gálibo en líneas con catenaria de 15 kV de tensión nominal en el cable de contacto

Radio de curvatura m	Semiancho a mm
hasta 250	1445
225	1455
200	1465
180	1475
150	1495
120	1525
100	1555

(5) Semiancho del límite superior del gálibo

	h
Construcciones pesadas hasta 15 m de anchura y túneles	5500 mm
Construcciones pesadas de más de 15 m de anchura	6000 mm
Construcciones ligeras, como pasarelas para peatones y hangares, incluidas las puertas	6000 mm
Puentes y brazos de señales	6300 mm

(6) Altura mínima del gálibo bajo construcciones existentes

Anchura libre

De las **puertas de los depósitos** ≧ 3,35 m, en construcciones de nueva planta ≧ 4,00 m

En los **túneles:**
huelgo adicional desde el gálibo hasta la pared
en líneas de vía única: 40 cm
en líneas de vía doble: 30 cm

Acceso a los andenes sin cruzar las vías por túnel o puente: anchura 2,5–4,0 m, si hay circulación en ambos sentidos 4–8 m

Anchura de las escaleras: 2,5–4,0 m → p. 372

Altura de los andenes
por encima de la rasante de la cabeza del raíl (RC): 38 cm o 76 cm si no hay que cruzar las vías para acceder al andén; en líneas de ferrocarril metropolitano: 96 cm.

La **franja de servidumbre** con prohibición de construir varía según los países y regiones. Por ejemplo, en Hessen la distancia mínima desde los edificios con revestimiento ignífugo hasta el límite de los terrenos propiedad de la Compañía de Ferrocarriles es de 7,50 m. Los edificios con revestimiento ligero no ignífugo, o aquellos destinados a almacenar materiales inflamables han de guardar una separación mínima de 15 m.

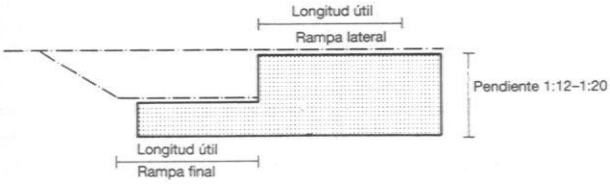
La carga y descarga de mercancías es la conexión entre el transporte de mercancías por carretera y por tren.

Equipamiento necesario:
Naves de almacenamiento, edificios de carga y descarga, aduana, calle de carga/descarga con rampa lateral o final. Según los casos pueden ser necesarios dispositivos auxiliares como grúas, básculas, vías de empalme y surtidores de gasolina.
Naves de almacenamiento:
anchuras recomendadas: 10–18 m o 16–24 m. La longitud de las naves puede ser cualquier múltiplo de la separación entre pórticos hasta un máximo de 400 m. Separación entre pórticos: 5,00 m. Altura de las naves: de 3,50 m hasta 5,00 m. Si la altura libre de las naves es de 5,00 m puede conseguirse una superposición triple.

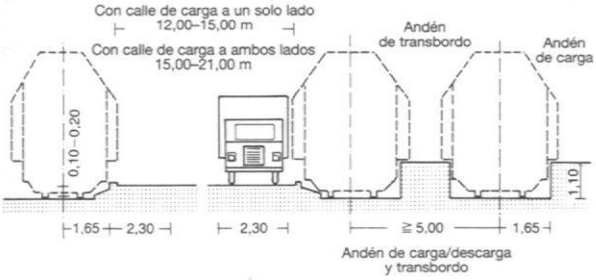
Dimensiones de los muelles de carga para la manipulación mecánica de la mercancía: anchura junto a las vías: 3,50 m; anchura junto a la calle: 2,50 m; altura a ambos lados: 1,20 m sobre la rasante de la cabeza de los raíles y la cota superior de la calle respectivamente. Ambos muelles deberían estar cubiertos.

Separación entre puertas de vagones: 9,50–10,50 m → (3)
Tamaño de las puertas que dan a la vía: 3,00 × 2,50 m.
Tamaño de las puertas que dan a la calle: 3,00 × 2,50 m o bien 4,00 × 2,50 m.

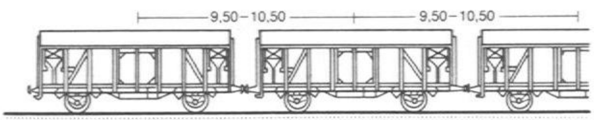
La superficie necesaria para las naves de almacenamiento → (1)–(7) depende del tipo y tamaño de la mercancía almacenada. Para determinar la superficie necesaria se ha de conocer el tamaño y la forma de transporte de las diferentes mercancías (contenedores, palets, mercancía sin palet). Valores medios de la superficie necesaria: minicontenedores 2 m^2/ud = aprox. 6,9 m^2/t, palés 1,2–1,4 m^2/ud = 5,6–6,5 m^2/t, mercancías sin palet 0,13–0,2 m^2/t. El cálculo exacto de la superficie para un determinado proyecto ha de realizarse teniendo en cuenta las puntas semanales (sábados o lunes) en el transporte de mercancías, que acostumbra a ser un 25–30 % mayor que el promedio diario. La superficie necesaria para circulación puede incluir los pasillos entre la mercancía almacenada. La capacidad en función de la superficie en planta de la nave depende del tipo de almacenaje: para minicontenedores entre el 80 y 100 %, palets 180–210 % y mercancía sin palet 100–160 % de la superficie en planta de la nave.



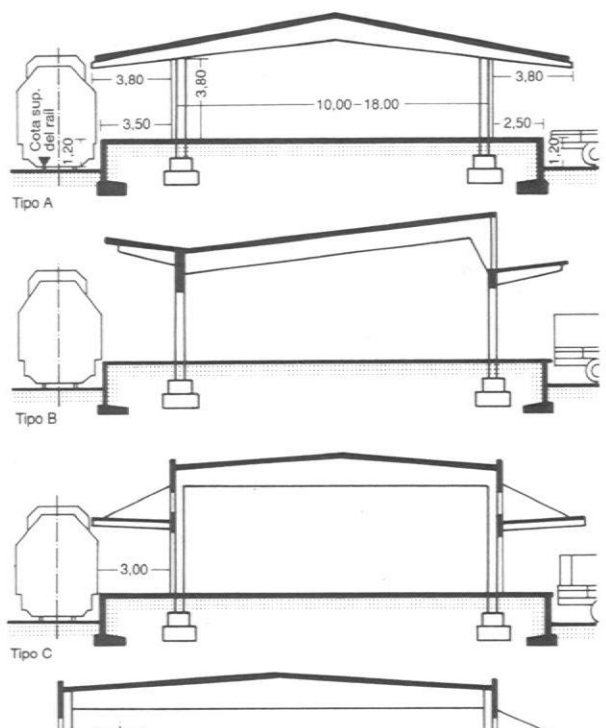
(1) Rampa lateral y final con una pendiente entre 1:12 y 1:20



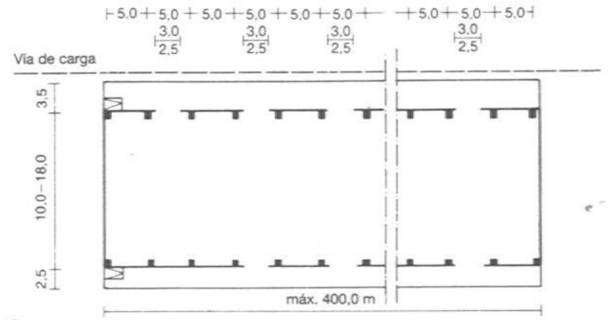
(2) Sección transversal de una calle de carga (CR a menudo ~ C.S. de la calle)



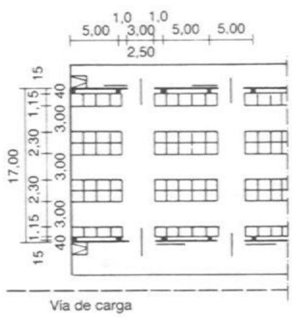
(3) Vagones de carga con techo más usuales. Separación entre las puertas de las naves de almacenamiento 9,50–10,50 m



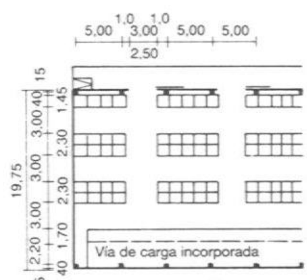
(4) Tipología de naves de almacenamiento con y sin vía incorporada



(5) Planta de una nave de almacenamiento → Tipo A (4)

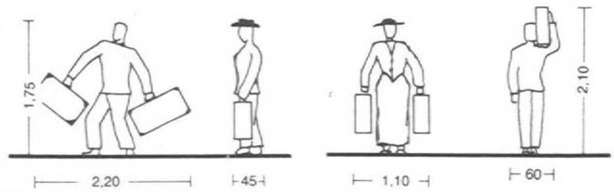


(6) Planta → (4) C

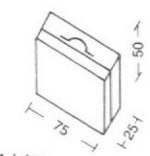


(7) Planta → (4) D

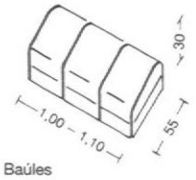
ESTACIONES DE PASAJEROS



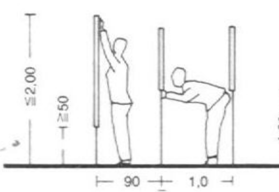
(1) Espacio que necesitan los pasajeros



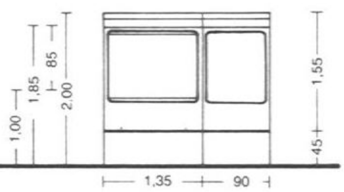
(2) Maletas



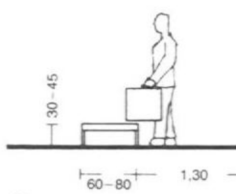
(3) Baúles



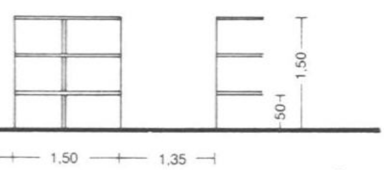
(4) Junto al tablón de horarios



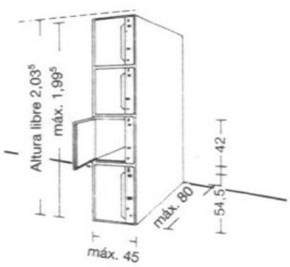
(5) Ventanilla y expendedor automático de billetes



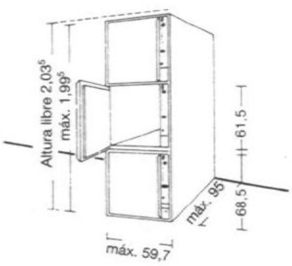
(6) Mesa para equipaje



(7) Estantes para equipaje



(8) Consigna de equipaje con cuatro taquillas normales



(9) Consigna de equipaje con tres taquillas grandes



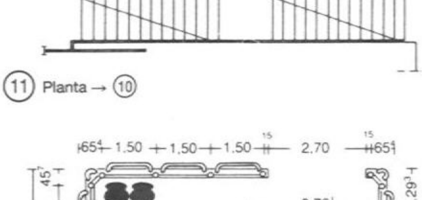
(10) Cinta transportadora de maletas para escaleras de estaciones



Datos técnicos (en m):
Volumen construido:

Ancho × alto	4,40 × 2,30
Desnivel:	4,20
Longitud:	4,20
Pendiente:	27–30°
Velocidad:	0,3–0,35 m/s

(11) Planta → (10)



Alzado

(12) Sala de espera cerrada en andenes para trenes Inter-city. Planta

La distribución del **edificio de servicios de la estación** debería ajustarse a los esquemas reproducidos en las ilustraciones → (13)–(17).

Las salas destinadas a maquinaria e instalaciones no necesitan ventanas. Puertas ≧ 1,00 de anchura. Altura libre de todas las salas ≧ 2,80 m, excepto los cuartos de instalaciones eléctricas.

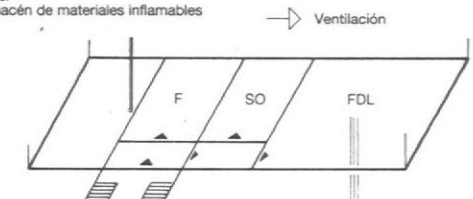
Sala del jefe de estación en las proximidades de la sala de telegrafía y con visión de todos los andenes.

Las ventanas deberían ser verticales. El antepecho de las ventanas debería estar de 0,40 a 0,50 m del suelo, el canto inferior del dintel a 1,60–1,80 m.

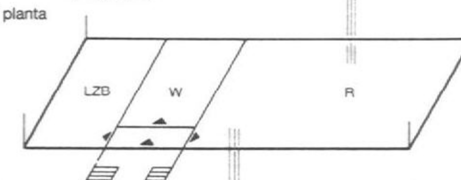
Sala de telegrafía. Anchura mínima: 0,23 m de separación a la pared + 0,66 m por dispositivo + 1,25 m de pasillo.

FDL Jefe de estación
F Sala de telegrafía
SO Aseos
LZB Sala de dirección de líneas
R Sala de relés
W Jefe de mantenimiento
N Sala de alumbrado de emergencia
S Cuadro eléctrico
B Sala de baterías
L Almacén de piezas de repuesto
WE Taller
LB Almacén de materiales inflamables

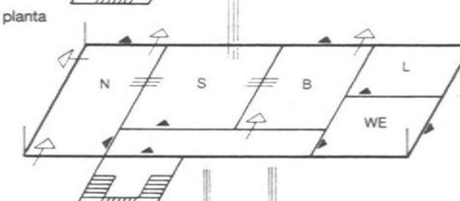
H Calefacción
E Cuarto de acometida eléctrica
K Cuarto de contadores
P Sala de protección de pasajeros
DVA Sala de elaboración de datos
═ Ordenación de las salas para los dispositivos de señalización
▬ Protección de pasajeros y objetos
▶ Entradas y salidas
▷ Ventilación



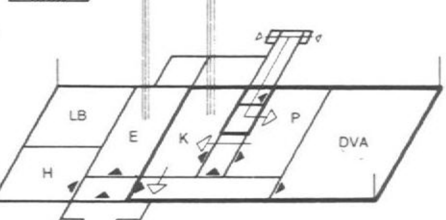
(13) 2.ª planta



(14) 1.ª planta



(15) Planta baja



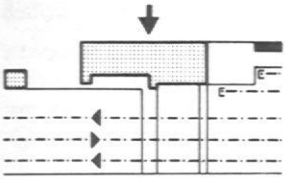
(16) Planta sótano



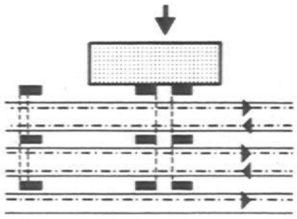
(17) Estación de planta baja

Información: Compañía de Ferrocarriles

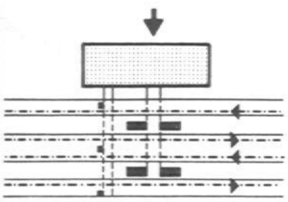
Las líneas al nivel de calle son muy frecuentes en ciudades pequeñas y medianas. En estos casos las estaciones están al mismo nivel que las vías y el acceso a los andenes para los viajeros y el equipaje se efectúa cruzando las vías → ① (Rüdesheim); en estaciones de tamaño medio (Bonn) y en grandes estaciones el acceso se efectúa por túneles → ②.
Para evitar tener que bajar y volver a subir se pueden elevar (Colonia, Hannover) o soterrar (Darmstadt, Copenhague, London) las vías → ③–⑦. Excepción en estaciones término → ⑧.



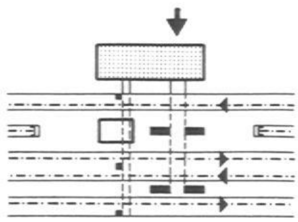
① Estación al mismo nivel que las vías situada lateralmente. Los viajeros y el equipaje han de atravesar las vías para llegar a los andenes (sólo para estaciones pequeñas de cercanías)



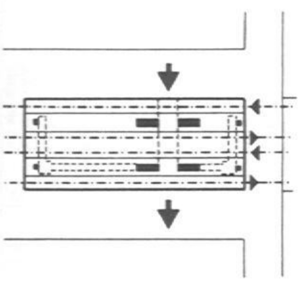
② Estación al mismo nivel que las vías situada lateralmente. Túnel de acceso a los andenes (bajada y subida), transporte de equipaje cruzando las vías (sólo para estaciones medias)



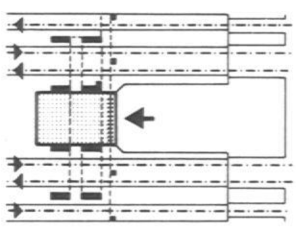
③ Estación a nivel inferior que las vías situada lateralmente. Túnel para viajeros y equipaje. Disposición típica de las estaciones alemanas



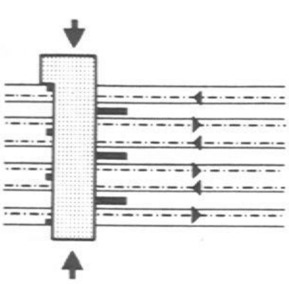
④ Estación a nivel inferior que las vías situada lateralmente. Sala de espera entre las vías. Disposición apropiada para estaciones de transbordo



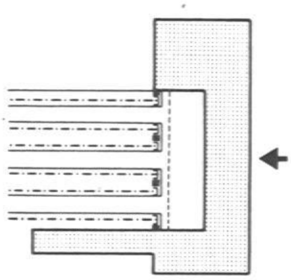
⑤ Estación centrada debajo de las vías. Recorridos cortos, buena iluminación de la sala de espera



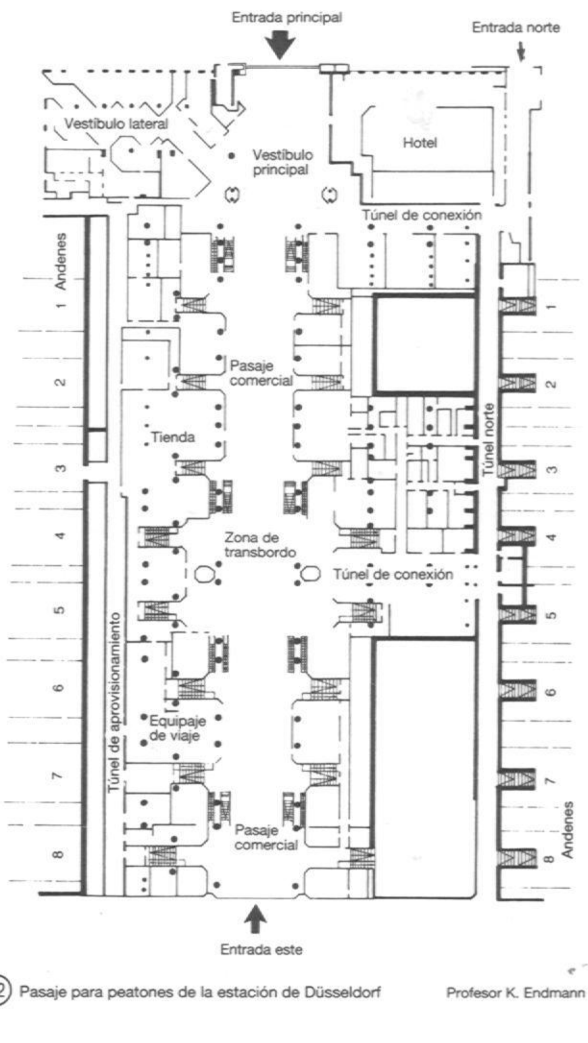
⑥ Estación entre las vías y a nivel inferior, amplio acceso y recorridos cortos



⑦ Estación sobre las vías. Puente para los viajeros y el equipaje



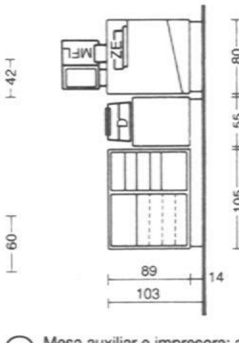
⑧ Estación término, a ser posible al nivel de las vías. Disposición adecuada sólo para estaciones término, ya que en caso contrario ocupa demasiada superficie



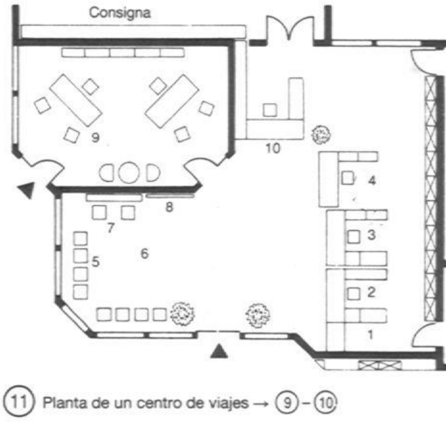
⑫ Pasaje para peatones de la estación de Düsseldorf — Profesor K. Endmann



⑨ Organización del lugar de trabajo con terminales de ordenador. Planta → ⑪



⑩ Mesa auxiliar e impresora; alzado y sección → ⑨



MFL = Lector de microfilmes
BS = Monitor
T = Teclado
D = Impresora
BEI = Mesa auxiliar
ZE = Unidad central
MM = Clasif. de monedas → ⑨
1 = Depósito
2 = Caja
3 = Caja
4 = Información
5 = Bancos
6 = Centro de viajes
7 = Folletos de horarios
8 = Panel de horarios de la estación
9 = Agencia de viajes de la Compañía de Ferrocarriles
10 = Recepción y entrega de equipaje

⑪ Planta de un centro de viajes → ⑨–⑩

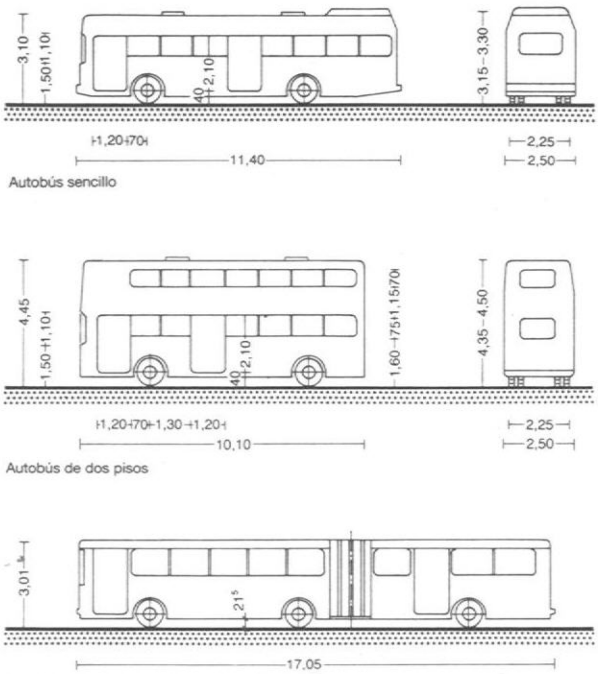
ESTACIONES DE AUTOBUSES

Se ha de prestar especial atención al ensanchamiento de curvas y rotondas de giro → ② – ⑮. Las paradas de autobuses se han de dimensionar cuidadosamente. En calles principales o con mucho tráfico se ha de ensanchar la calzada en las paradas → ⑧. Es aconsejable cubrir las paradas con una marquesina.

Los andenes se pueden disponer de muchas maneras → p. 375 → ① – ⑧.

Los andenes, para ser cómodos, han de tener una altura de 30 a 40 cm y rampas en sus extremos → ⑪ – ⑫.

Prever suficiente sitio para aparcamiento temporal de automóviles (park and ride).



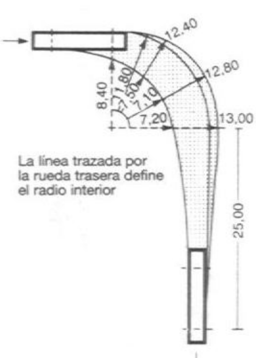
① Dimensiones de los autobuses

	I	L	L'
Autobús sencillo	12,00	40,50	47,62 (49,05)
2 autobuses sencillos	25,00	53,50	60,62 (62,05)
Autobús articulado	18,00	46,50	53,62 (55,05)

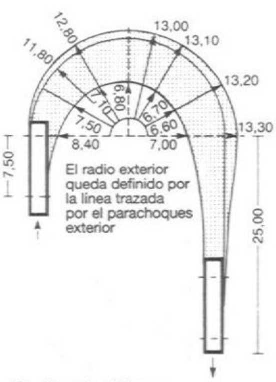
Los valores de la tabla son válidos para un ensanchamiento de 3,00 m
*) 25,00 m para paradas de autobuses articulados



⑧ Parada de autobús



② Giro de 90° para autobuses rígidos de 12 m de longitud



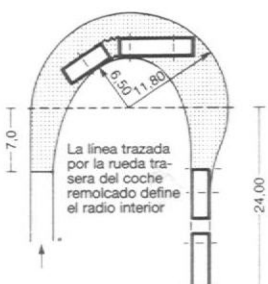
③ Giro de 180° para autobuses rígidos de 12 m de longitud

Tipo de andén	Sin carril de adelantamiento			Con carril de adelantamiento		
	Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc
Posición respecto al sentido de marcha	en paralelo	a 45°	perpendicularm.	en paralelo	a 45°	perpendicularm.
Longitud del andén m	24	24	24	36–60	36–60	36–69
Anchura del andén m	3	3	3	3,5–4,0	3,5–4,0	3,5 4,0
N.° de plazas a) para vehíc. a tracción	2	2	2	2–3	2–3	2–3
b) para veh. artic.	1	1	1	1–2	1–2	1–2
Superficie del andén, calzada y calle de acceso en m² a) vehículos a tracción	138	176	189	293	296	313
b) por cada vagón articul.	276	340	378	439	444	470

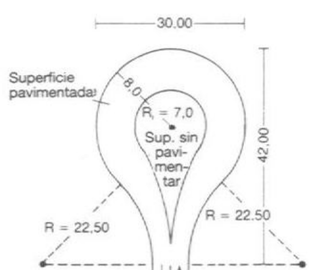
⑨ Superficie necesaria para los andenes

Tipo de aparc. respecto al sentido de marcha	En paralelo	En diagonal 45°		Perpendicularmente	
Longitud una plaza en m	32	12	24	12	24
Disposiciones posibles	2 veh. a tracc. o 1 articulado	1 veh. a tracc.	2 veh. a tracc. o 1 articulado	1 veh. a tracc.	2 veh. a tracc. o 1 articulado
Anchura de una plaza en m	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Anchura de calle de acceso en m	4,0	8,0	8,0	14	14
Sup. de aparc., incluida sup. calzada en m² a) Por cada vehículo a tracción	88	135	89	140	91
b) Por cada vagón articulado	176		178		182

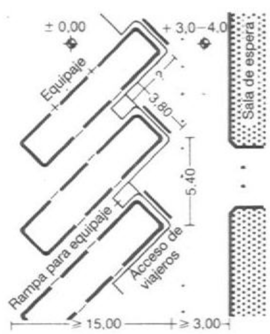
⑩ Sup. necesaria para el aparcamiento



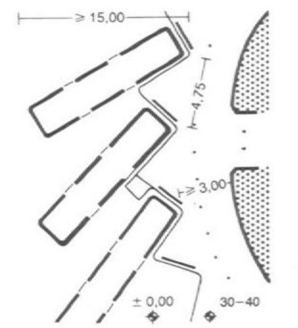
④ Giro de 180° para autobuses articulados de 17 m de longitud



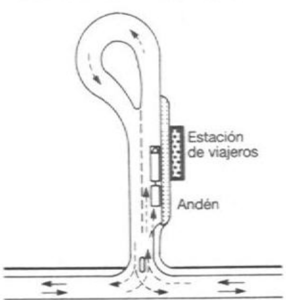
⑤ Cambio de sentido



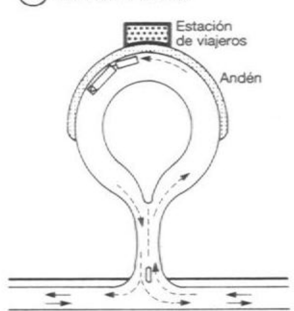
⑪ Andenes dentados más frecuentes → Time-Saver-Standards



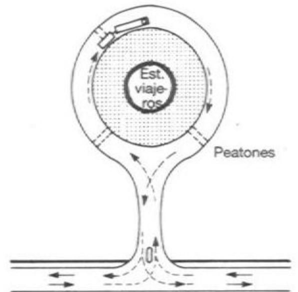
⑫ La disposición radial ofrece un mayor espacio libre



⑥ Pequeña estación con rotonda para cambiar de sentido



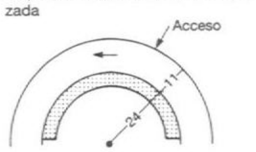
⑦ Plaza de cambio de sentido con andén exterior



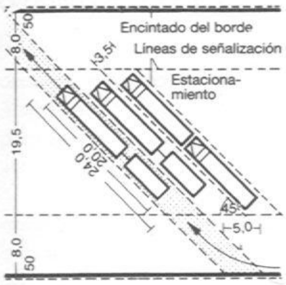
⑬ Rotonda de cambio de sentido con andén interior



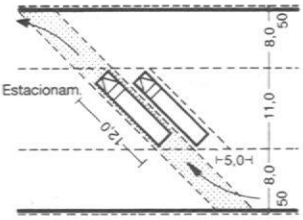
⑭ Andén en forma semicircular (exterior); no es necesario cruzar la calzada



⑮ Andén en forma semicircular (interior); se ha de cruzar la calzada



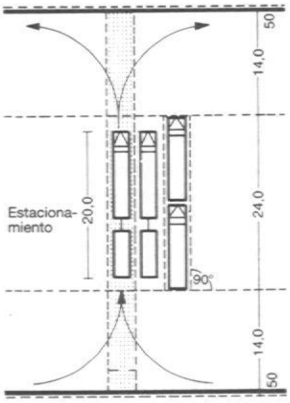
① Plazas de estacionamiento para vehículos a tracción o articulados



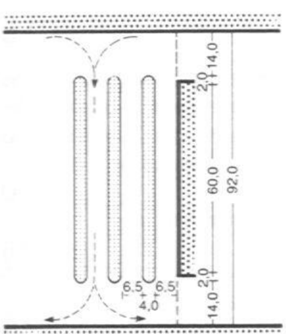
② Estacionamiento en diagonal, a 45° respecto a la dirección de marcha, para vehículos a tracción



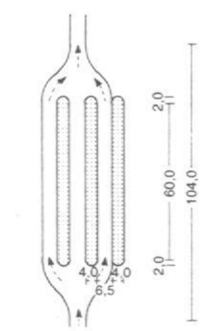
③ Estacionamiento en perpendicular a la dirección de marcha, para vehículos a tracción



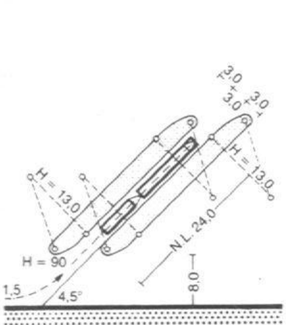
④ Estacionamiento para vehículos a tracción o articulados



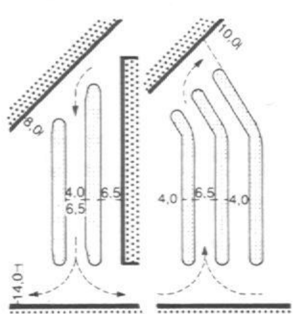
⑤ Andenes perpendiculares a la dirección de marcha



⑥ Andenes largos con carriles de adelantamiento



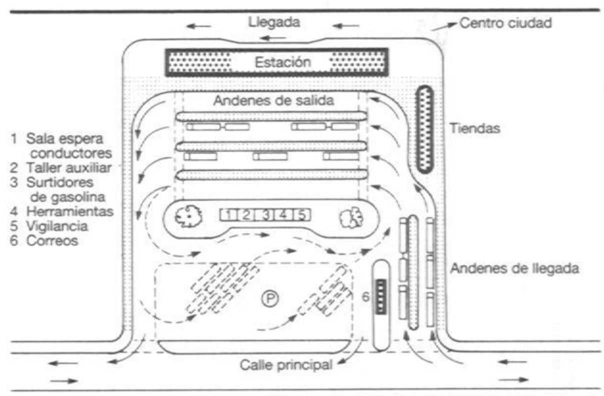
⑦ Andén longitudinal en diagonal



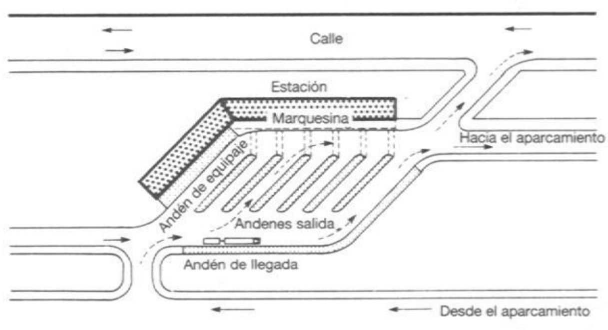
⑧ Salida perpendicular, llegada en diagonal acodada, salida en diagonal



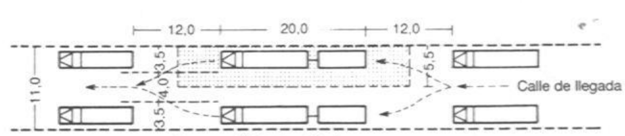
⑩ Gran estación con aparcamiento para automóviles



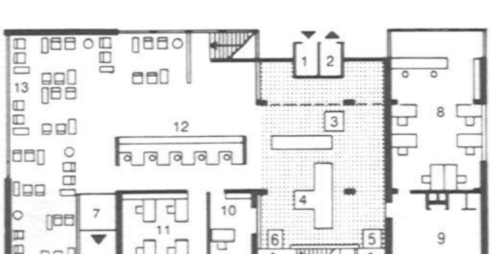
⑪ Gran estación intermedia con andenes separados de llegada y salida



⑫ Estación con andenes separados de llegada y salida dispuestos en diagonal y con un aparcamiento cerca



⑬ Disposición de las plazas de estacionamiento en paralelo al sentido de marcha



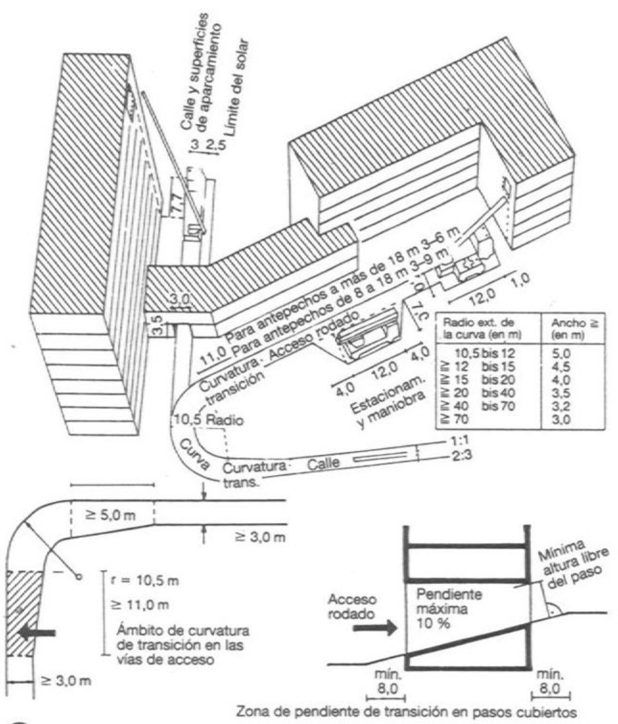
1 Entrada de pasajeros de salida
2 Salida de pasajeros de llegada
3 Vestíbulo
4 Entrega de equipaje
5 Entrada de los pasajeros de llegada
6 Entrada del equipaje de llegada
7 Salida de los pasajeros de salida
8 Facturación de equipaje
9 Consigna
10 Jefe de estación
11 Oficina
12 Información y tarjetas de embarque
13 Sala de espera

⑨ Planta baja de una estación de autobuses de KLM

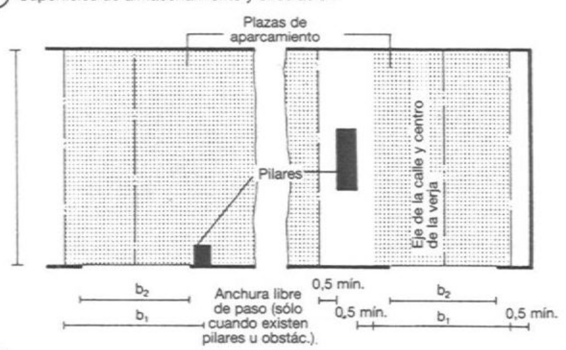
1 WC caballeros
2 WC señoras
3 Aseo bebés
4 Guardarropía
5 Cocina
6 Sala de personal
7 Sala de conductores
8 Almacén
9 Archivo
10 Cámara de bombas



⑭ Planta baja → ⑨



(1) Superficies de almacenamiento y circulación



(2) Plazas de aparcamiento y verjas

Plaza de aparcamiento Tamaño[1]	Anchura mínima b_1	Long. mínima l	Puerta según DIN 14092, artículo 2 (anchura libre de paso b_2 × altura libre de paso)	Unidades (U) para el cálculo según el apartado 2.2[2] de la norma m^2
1 (a evitar, si es posible)	4,5	8	3,5 × 3,5	9
2	4,5	10	3,5 × 3,5	11,25
3	4,5	12,5	3,5 × 3,5	14
4	4,5	12,5	3,5 × 4	14

[1] Véase también la tabla 2 en las explicaciones; [2] corresponde a 1/4 de la sup. de aparcamiento

(3) Dimensiones de las plazas de aparcamiento → (2)

Superficie de los espacios → (3)
Para determinar la superficie de cada uno de los espacios la norma DIN 14092 establece el programa necesario según el número de unidades (U). En los parques de bomberos con plazas de estacionamiento de diferente tamaño la unidad (U), se ha de referir a la plaza mayor. A partir de las superficies calculadas en base al número de unidades (U) se obtiene el tamaño mínimo de cada uno de los espacios (véanse también las explicaciones en los ejemplos).

Cuarto de herramientas	1 U
Almacén de utillaje especial	1 U
Aula	4 U
Espacio auxiliar	1 U
Servicios:	
Lavadero, ducha, WC, vestuario, secadora	3 U
Estancia de guardias, sala de estar, pequeña cocina	3 U
Administración	1 U
Despacho de dirección	1 U
Central de intervención	1 U

PARQUES DE BOMBEROS

DIN 14092 → 📖

a) Un parque de bomberos de ámbito local puede estar formado por: plazas de estacionamiento, 4 U; cuarto de herramientas, almacén para utillaje especial, 1 U; aula (sala polivalente para administración y central) 5 U; sala para el personal, 3 U; cuarto de instalaciones, 1 U

b) Un parque de bomberos de ámbito local y regional, por ejemplo, para la prevención de incendios y prestación de ayuda técnica, con taller central, enfermería, instalaciones de formación y prácticas puede estar formado por: plazas de estacionamiento, 16 U; 4 U adicionales para el transporte de enfermos; cuarto de herramientas y almacén para utillaje especial, 4 U; aulas, 7 U; servicios para el personal: lavabo, aseo, ducha, vestuario, secador de ropa, 4 U; sala de personal, pequeña cocina, 3 U; administración, despacho de dirección, 1 U; taller de vehículos, cuarto de instalaciones, 2 U; cuarto de guardia, 4 U; taller central (según las necesidades). En caso de que no exista un taller central para reparar mangueras: talleres de reparación de mangueras 9 U; en caso de que no exista un taller central para reparar mascarillas, talleres para reparar mascarillas 4 U.
En los talleres centrales se ha de prever suficiente espacio de almacenamiento.

Talleres: Taller de reparación de mangueras, sala de lavado y comprobación de mangueras (al menos de 26 m de largo y 3 m de ancho)	8 U
Almacén de mangueras	1 U
Torre de secado de mangueras con pared de pruebas Altura libre de la torre 23 m	1 U

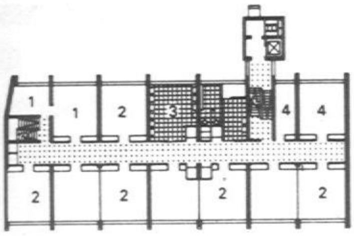
Si en vez de una torre de secado de mangueras se construye una instalación horizontal de secado ésta ha de tener una sala de lavado y comprobación de mangueras, cuya superficie mínima ha de ser de 9 U y su altura libre ha de ser al menos de 3 m.

Taller de mascarillas	4 U
Enfermería, central de intervención, submarinismo	
Sala de guardia	4 U
Taller de vehículos y herramientas, incluida una estación de carga de baterías, conectada con una plaza de aparcamiento	2 U
Nave de lavado	4 U

Tipo de vehículo	Peso total en kg neto (admisible)	Distancia entre ejes en mm	Radio de giro ∅ en mm	Long. en mm	Anch. en mm	Altura máx. en mm veh. trac. todas rued. y luces techo
Camión contra incendios LF8	5450 (5800)	2600	11700 (calle)	5650	2170	2800
Camión contra incendios LF8	7490 (7490)	3200	15050*	6400	2410	2950
Camión contra incendios LF16	11300 (11500)	3750	16100*	8000 con plataf. elev.	2470	3090
Camión contra incend. LF16–TS	10200 (11000)	3750	16100*	7600	2470	3100
Camión contra incendios con cisterna TLF 8/18	7490 (7490)	3200	14800	6250	2410	2850
Camión contra incendios con cisterna TLF 16/25	10700 (11500)	3200	14400	6450	2470	2990
Camión contra incendios con cisterna TLF 24/50	15900 (16000)	3500	15400	6700	2500	3270
Camión contra incendios con cisterna de apagado en seco Tro TLF 16	11500 (12000)	3750	16100*	7000	2470	2990
Camión contra incendios con cisterna de apagado en seco 1000	7300 (7490)	3200	14800*	6100	2410	3250
Camión contra incendios con cisterna de apagado en seco 2000	10100 (11600)	3200	14400*	6450	2410	3300
Escalera giratoria DL 30	12550 (13000)	4400	18600 (calle)	9800 plataf. elev.	2430	3250
Escalera giratoria LB 30/5 con cesta	20200 (21000)	3800 × 1320	19900*	9800	2490	3300
Vehículo con equipo RW 1	7200 (7490)	3200	14800*	6400	2420	2850
Vehículo con equipo RW 2	10850 (11000)	3750	16100*	7600	2480	3070
Veh. manguera SW 2000	10200 (11000)	3200	14400*	6500	2500	2980

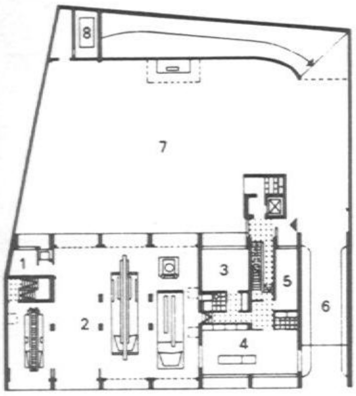
* Tracción en todas las ruedas.

(4) Medidas más usuales de diferentes vehículos utilizados por los bomberos (del catálogo de una de las fábricas alemanas más importantes)



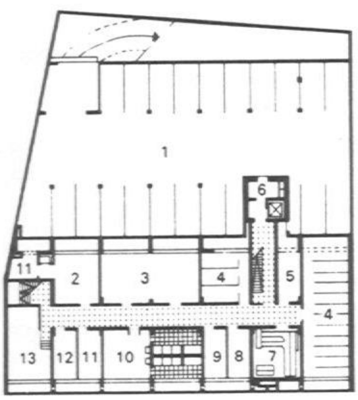
1 Retén de guardia
2 Dormitorio
3 Lavabo
4 Inspector de bomberos

(1) Primera planta



1 Sala de carga de baterías
2 Vehículos
3 Dormitorio
4 Centralita
5 Almacén
6 Paso
7 Patio
8 Depósito de fuel-oil

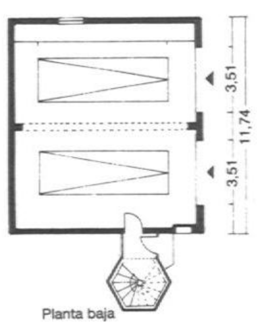
(2) Planta baja



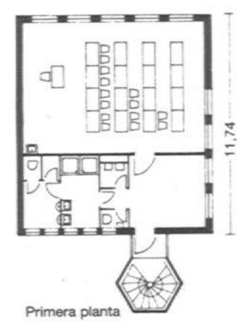
1 Garaje subterráneo
2 Almacén de aprovisionamiento diurno
3 Almacén de mangueras
4 Sótano
5 Ventilación
6 Esclusa
7 Instal. eléctricas
8 Grupo electrógeno de emergencia
9 Sala de bombas
10 Vestuario
11 Almacén
12 Agua, gas
13 Estación transf. Caldera de calefacción

(3) Planta sótano. Cuartel de bomberos n.º 4 de Múnich. Arq.: Ackermann y asociados.

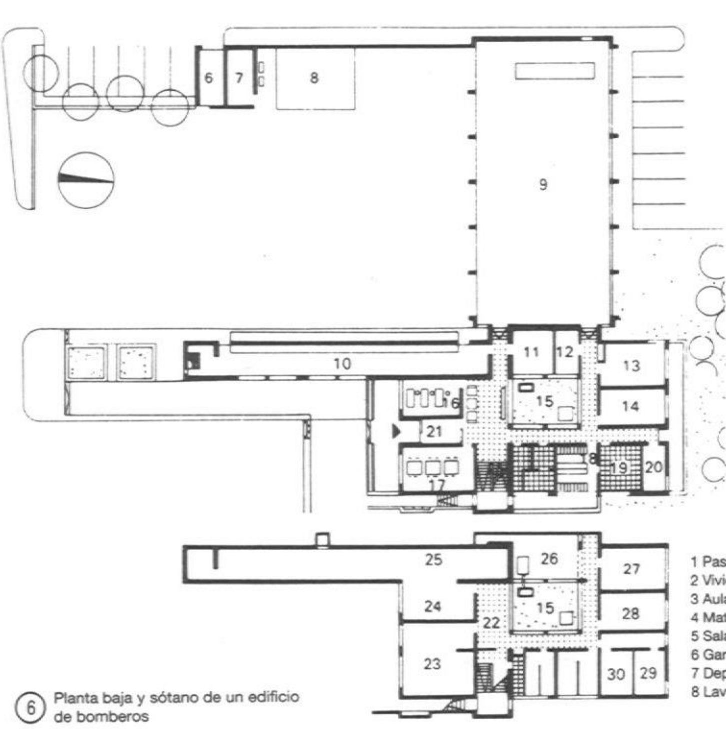
Un parque de bomberos de ámbito local puede estar formado por: 4 plazas de aparcamiento, cuarto de herramientas, almacén para utillaje especial, aula (sala polivalente para administración y centralita), sala de estar y cuarto de instalaciones.
Un parque de bomberos de ámbito local y regional está formado por: hasta 16 plazas de aparcamiento. Cuarto de herramientas, almacén para utillaje especial, aula, zona de estar (lavabo, aseo, ducha, vestuario, secador de ropa, cuarto de estar, pequeña cocina), administración.
Despacho de dirección, taller de vehículos, cuarto de instalaciones, cuartos de guardia, taller central, incluida una sala de lavado y comprobación de mangueras (26 × 3 m) o una torre de secado y prueba de mangueras (altura mínima 23 m), taller para reparar mascarillas, sala para probar mascarillas DIN 14093. Plazas de aparcamiento de 4,5 m de anchura mínima y 10 o 12,5 m de longitud con una franja de 0,5 m libres al lado, puertas de al menos 3,5 × 3,5 m, excepcionalmente 3,5 × 4 m, con hojas de $0{,}87^5$ m como mínimo, cuarto de herramientas 1,2 m, aula 2 m, servicios por cada dos plazas de aparcamientos: 1 WC, 2 urinarios, 1 ducha y al menos 1 lavabo para señoras en el edificio. Instalaciones en el exterior: patio de pruebas de al menos 25 × 10 m. Plazas de aparcamiento para automóviles.

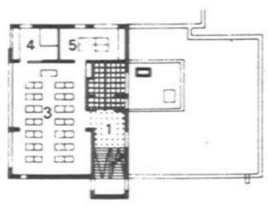


(4) Edificio de bomberos



(5) → (4) Proyecto: Dpto. de proyectos municipales de Colonia

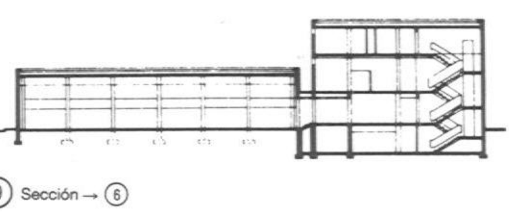




(7) Primera planta → (6)



(8) Segunda planta → (6)



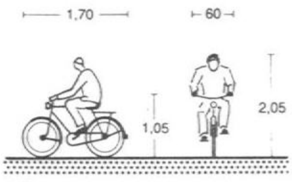
(9) Sección → (6)

1 Pasillo
2 Vivienda
3 Aula
4 Mat. enseñanza
5 Sala descanso
6 Garaje
7 Depósito fuel-oil
8 Lavado vehículos
9 Nave de vehículos
10 Lavado mangueras
11 Alm. mangueras
12 Almacén repuestos
13 Taller
14 Mascarillas
15 Patio interior
16 Jefe de bomberos
17 Retén de guardia
18 Vestuario
19 Lavabos
20 Ropero
21 Cortaviento
22 Vestíbulo
23 Sala de estar
24 Sala de prácticas
25 Sala de ejercicios
26 Calefacción
27 Equipo climatiz.
28 Almacén
29 Cuarto de baterías
30 Teléfono, radio

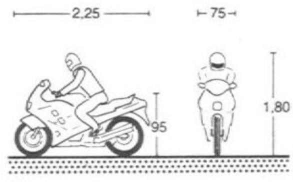
(6) Planta baja y sótano de un edificio de bomberos

→ 📖

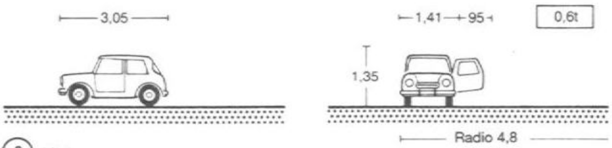
Dimensiones, radios de giro y pesos de los automóviles más frecuentes para calcular la superficie que necesitan las plazas de aparcamiento y los accesos de un garaje.



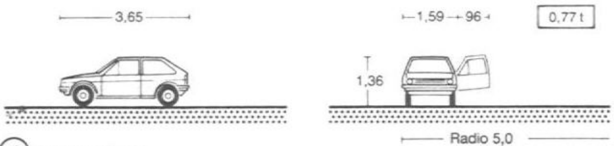
(1) Bicicleta



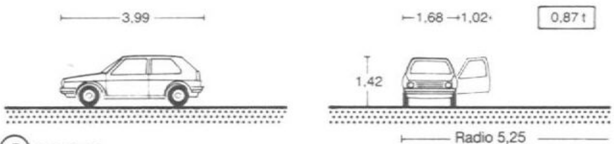
(2) Motocicleta



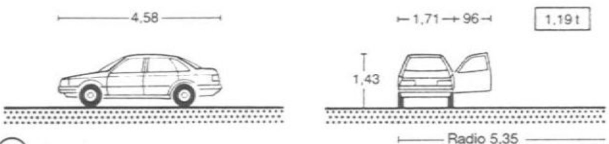
(3) Mini



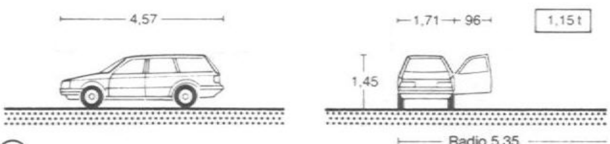
(4) VW Polo Cupé



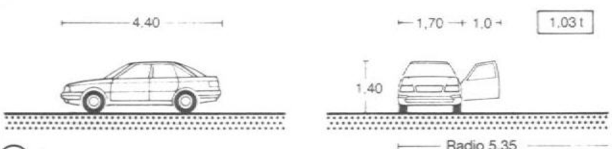
(5) VW Golf



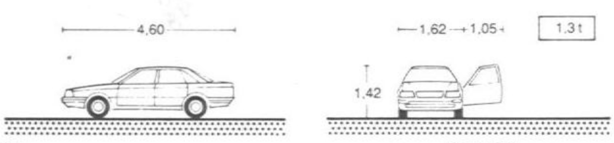
(6) VW Passat



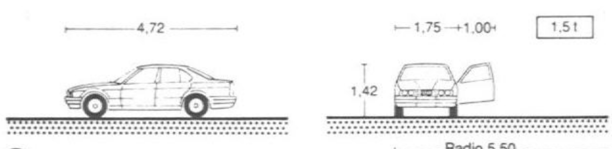
(7) VW Passat Variant



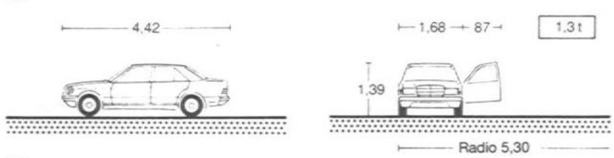
(8) Audi 80



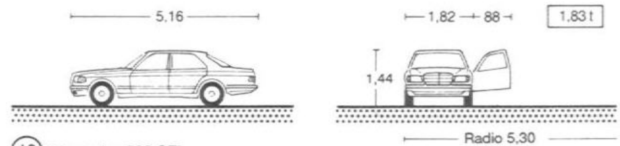
(9) Audi 100



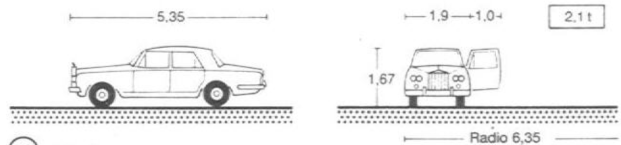
(10) BMW Serie 5



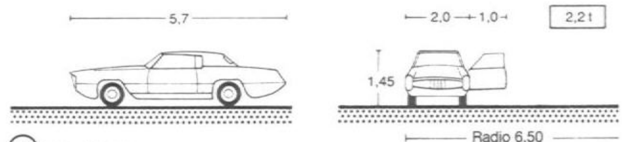
(11) Mercedes 190



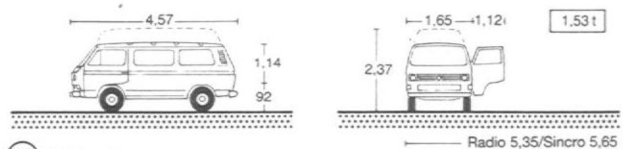
(12) Mercedes 560 SEL



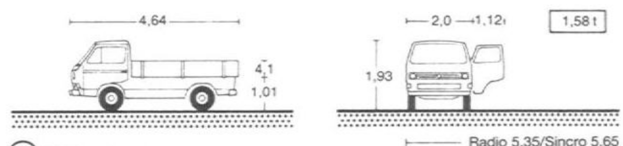
(13) Rolls-Royce



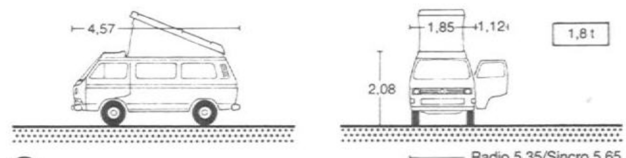
(14) Americanos



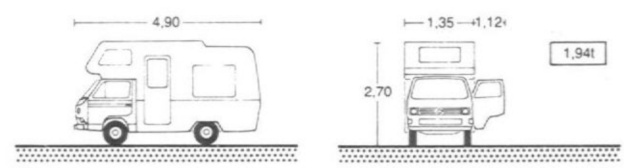
(15) VW Combi



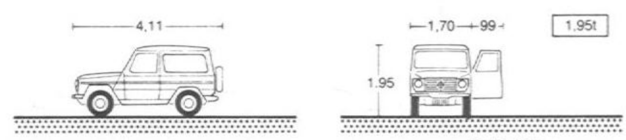
(16) VW Camioneta



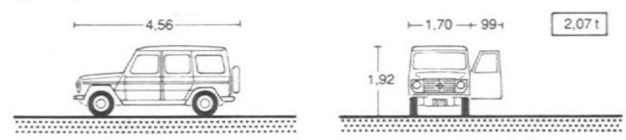
(17) VW Joker



(18) VW Carman-Cheetan, Gipsy



(19) Mercedes Station-Wagen, corto: 3 puertas



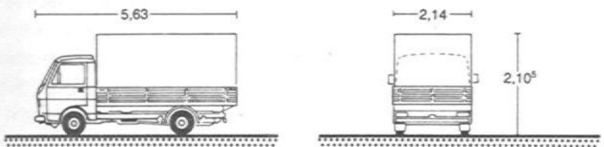
(20) Mercedes Station-Wagen, largo: 5 puertas

CAMIONES

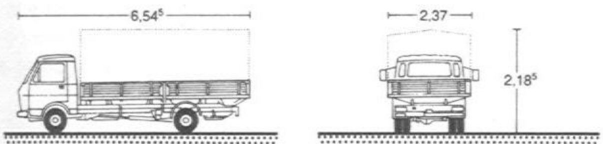
DIMENSIONES, RADIOS DE GIRO DE → 🕮 CAMIONES Y AUTOBUSES MÁS USUALES



(1) Camioneta Caddy



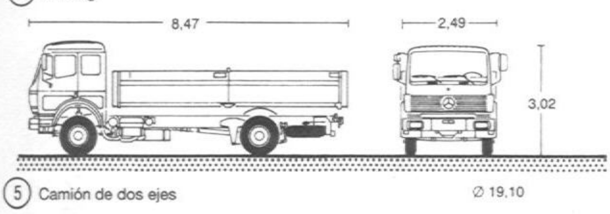
(2) Camioneta



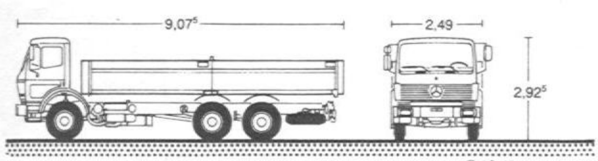
(3) Camioneta



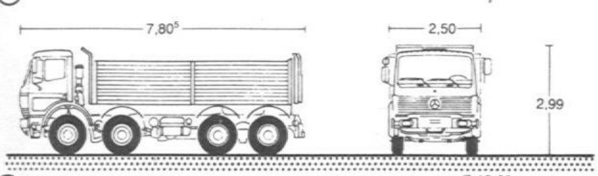
(4) Unimog



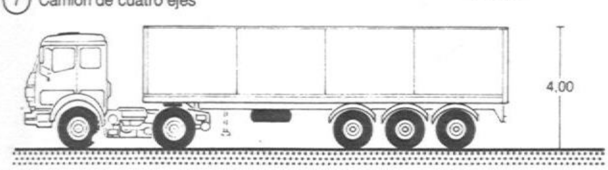
(5) Camión de dos ejes



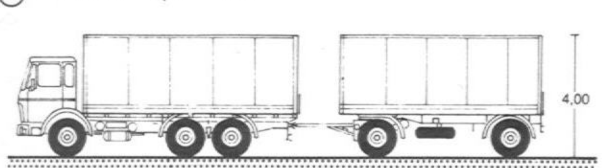
(6) Camión de tres ejes



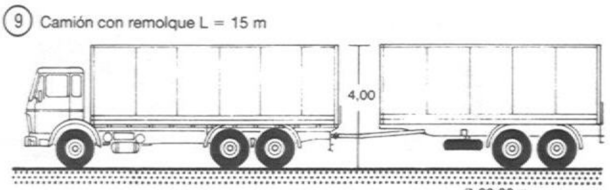
(7) Camión de cuatro ejes



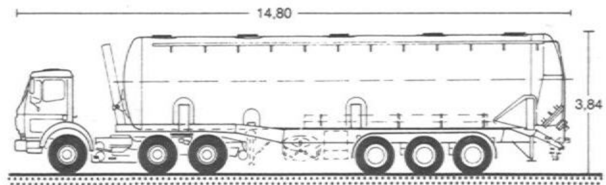
(8) Cabina con remolque L = 15 m



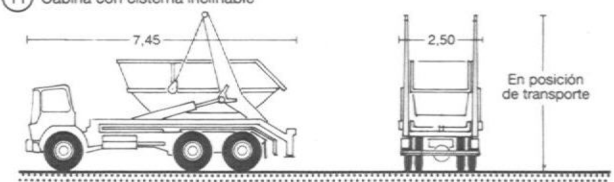
(9) Camión con remolque L = 15 m



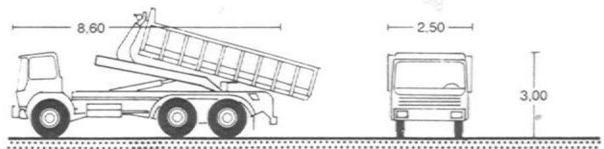
(10) Camión con remolque tándem L = 18 m, ancho = 2,50 m



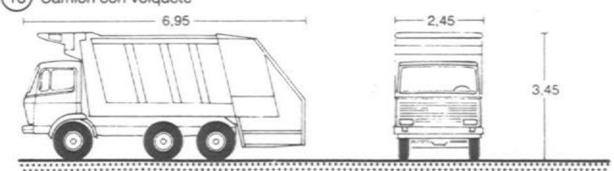
(11) Cabina con cisterna inclinable



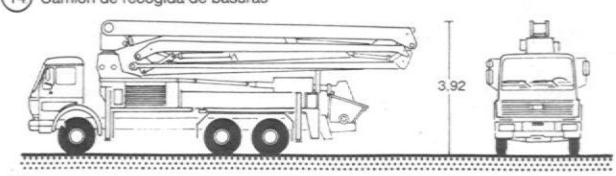
(12) Camión transportador de contenedores



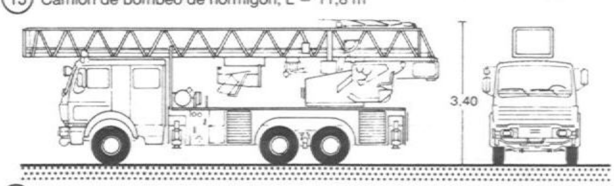
(13) Camión con volquete



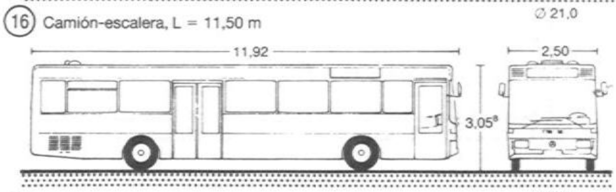
(14) Camión de recogida de basuras



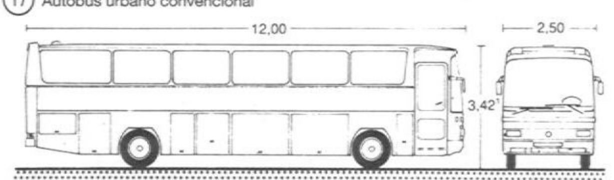
(15) Camión de bombeo de hormigón, L = 11,8 m



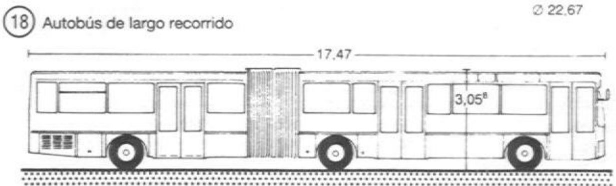
(16) Camión-escalera, L = 11,50 m



(17) Autobús urbano convencional

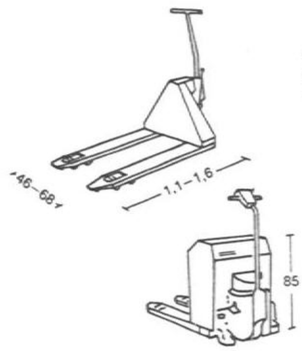


(18) Autobús de largo recorrido



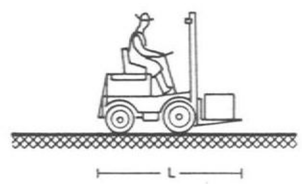
(19) Autobús articulado, ancho = 2,50 m

RAMPAS, MUELLES DE CARGA Y PLATAFORMAS ELEVABLES



① Apiladora

Carga adm. en t:	2,5	3,5	7	13
a en mm:	1,0	1,0	1,2	1,5
l en mm:	2,4	2,8	3,4	3,6



② Carretilla elevadora de horquilla

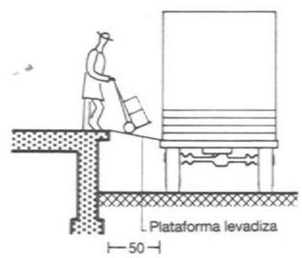
Los muelles de carga se han de poder unir de manera fácil con la superficie a cargar o descargar, conectando de manera segura cualquier camión o remolque. La plataforma del camión puede estar a mayor o menor altura que el muelle de carga y se puede compensar con plataformas de metal ligero → ③ – ④; en caso de un camión o camioneta muy bajo es conveniente colocar una rampa móvil de aluminio → ⑥. Estas rampas han de poder situarse con facilidad en el lugar adecuado. Las plataformas de metal ligero de los muelles de carga han de poder desplazarse lateralmente.

Las plataformas de los muelles de carga pueden ser móviles y fácilmente transportables de un sitio a otro → ④, u ocupar una posición fija ⑨ y accionarse hidráulicamente para fijar su altura e inclinación → ⑩.

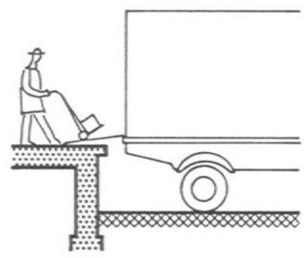
Plataformas levadizas de tijeras hidráulicas para superar diferencias de nivel entre el muelle de descarga y el vehículo → ⑧ o entre el patio de carga y el muelle → ⑦ o muelles de carga de altura graduable → ③.

Actualmente igualación al nivel de la plataforma del camión carretilla elevadora de horquilla con motor eléctrico, de gasolina, de gas-oil o de gas → ②. Rampas de acceso graduables para la descarga de contenedores, los camiones y remolques se ajustan automáticamente a la altura necesaria en cada caso → ⑭.

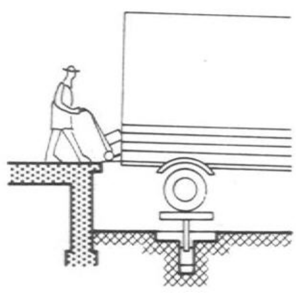
Diferencia de altura ≤ 90 ≥ 1,10



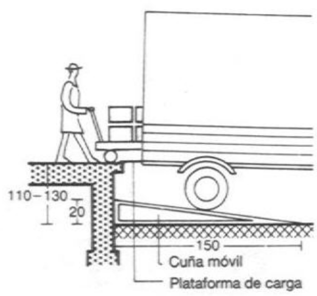
③ Plataforma levadiza y móvil de carga



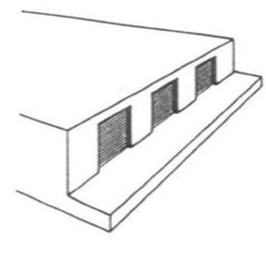
④ Plancha de carga, móvil



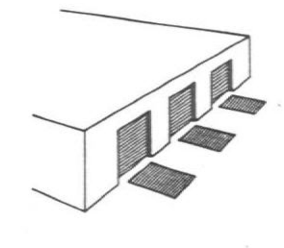
⑤ Elevador bajo el eje posterior



⑥ Rampa de nivelación móvil



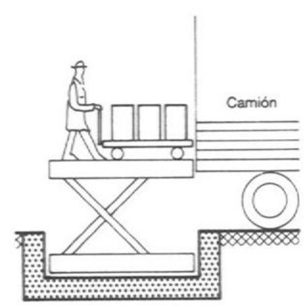
⑪ Muelle sencillo → ③ – ⑥



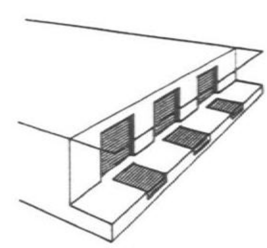
⑫ Carga/descarga al nivel del suelo con plataformas hidráulicas → ⑦



⑦ Plataforma de tijeras de accionamiento hidráulico para compensar la diferencia de nivel entre el muelle de carga y el camión



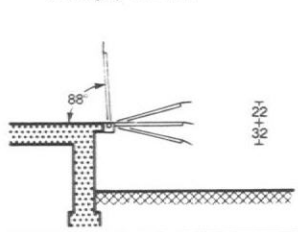
⑧ Compensación de altura entre patio y camión



⑬ Muelle de carga cubierto con plataformas hidráulicas → ⑩

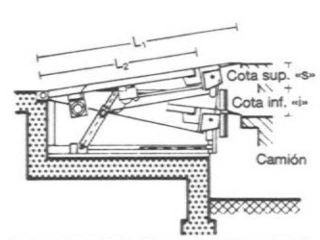


⑭ Carga/descarga en el interior con rampas electro-hidráulicas → ⑦



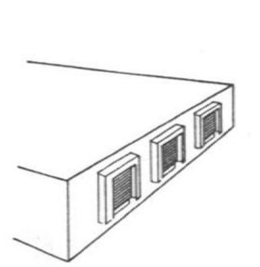
Long. mm	Ancho mm	Carga adm. kg
1500	1500	3000
1750	1500	3000
1750	1750	5000

⑨ Plataforma de carga articulada en guía de desplazamiento lateral

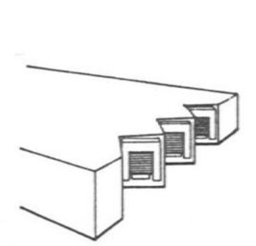


S	I	L_1	L_2	A	Carga adm. kp
290	300	2300	2000	1500	3000
360	300	2800	2500	1750	4000
430	300	3300	3000	2000	5000

⑩ Plataforma de carga



⑮ Muelles de carga integrados con rampas levadizas

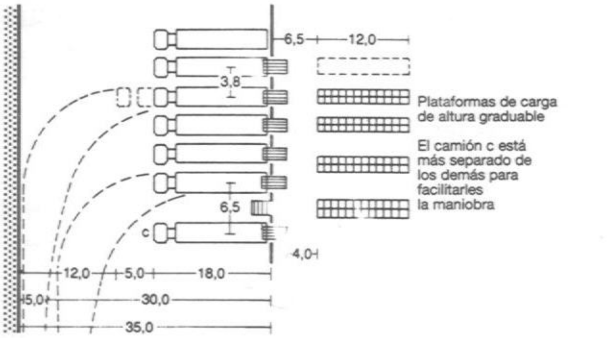


⑯ Muelles de carga dentados

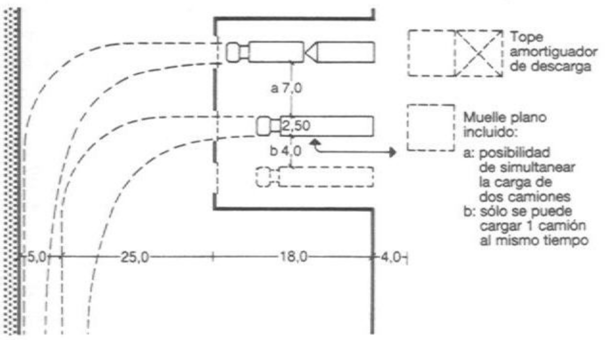
MUELLES DE CARGA

→ 🕮

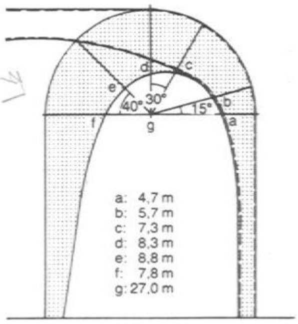
Ejemplo de anchura óptima del acceso a los muelles de carga para camiones de 18 m → ①. Con estas condiciones resulta una anchura mínima de 35 m. Incluso el camión más largo puede entrar y salir sin maniobrar, es importante que quede espacio libre para que puedan circular otros camiones. Si la condición anterior no se puede satisfacer, queda la solución de proyectar un muelle dentado → ③, ⑤–⑥.
El radio de giro máx. de un camión con remolque es aprox. 12 m. Distancia de seguridad entre dos camiones consecutivos: 1,50 m.



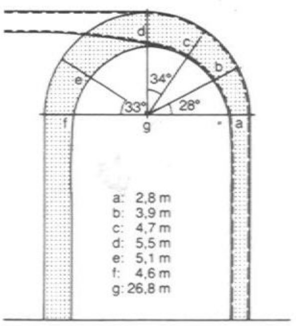
① Muelle de carga y descarga: si los camiones aparcados están muy juntos han de adelantarse un poco antes de empezar a girar para salir



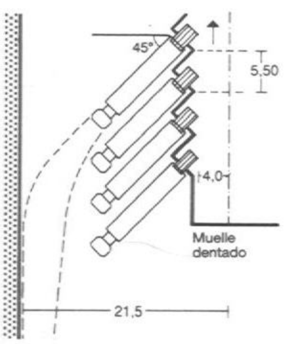
② Superficie necesaria para cargar/descargar camiones



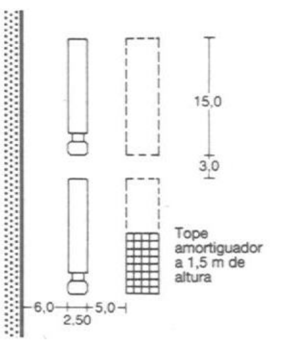
⑧ Radios de giro más usuales de un camión articulado de 15 m de longitud



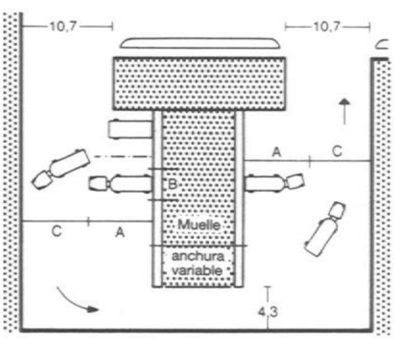
⑨ Radios de giro más usuales de un camión con una gran separación entre ejes



③ Muelle de carga/descarga

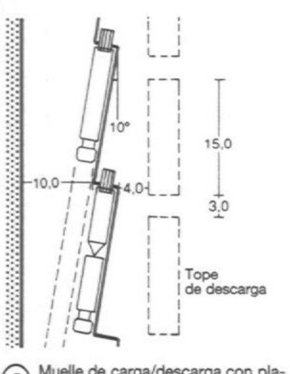


④ Muelles de carga/descarga

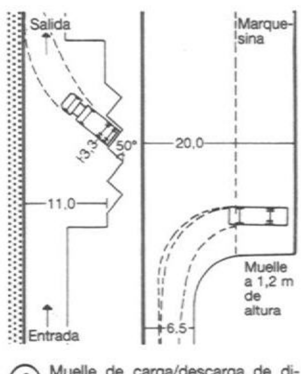


A Longitud con remolque	B Anchura de carga	C Anchura de paso
10,7	3,0	14,0
	3,7	13,1
	4,3	11,9
12,2	3,0	14,6
	3,7	13,4
	4,3	12,8
13,7	3,0	17,4
	3,7	14,9
	4,3	14,6

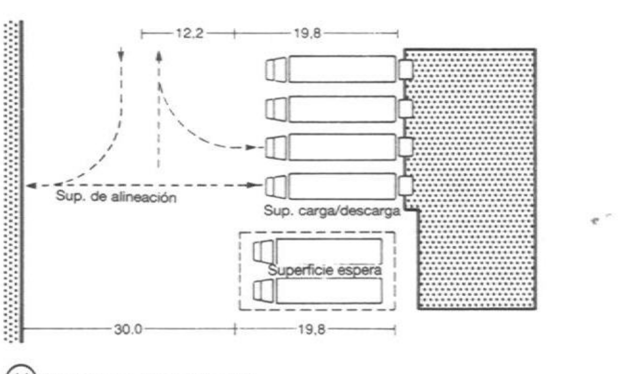
⑩ Carga/descarga en patio interior



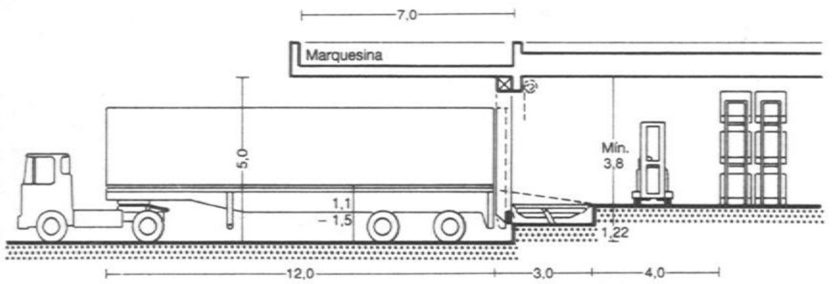
⑤ Muelle de carga/descarga con plataformas elevables y carga/descarga lateral



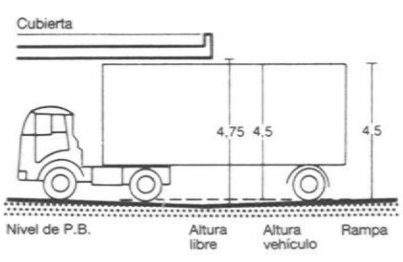
⑥ Muelle de carga/descarga de dimensiones mínimas



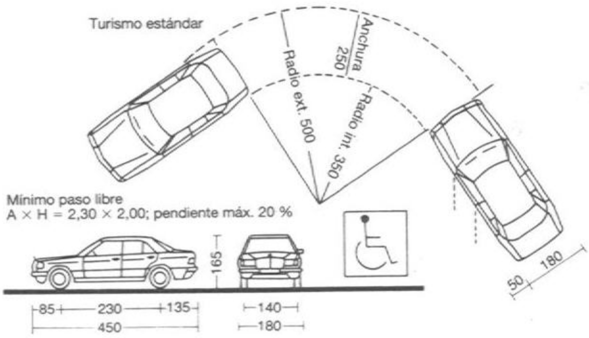
⑪ Maniobras en sentido horario



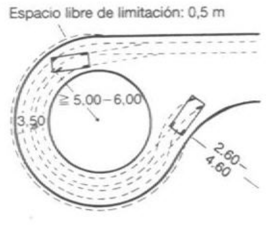
⑦ Sección longitudinal por un muelle de carga con plataformas elevables



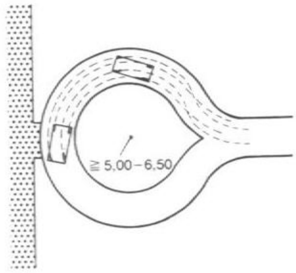
⑫ Dimensiones de un muelle de carga cubierto



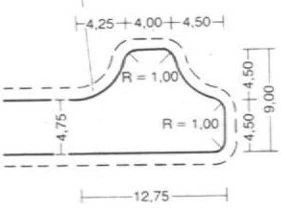
① Turismo estándar



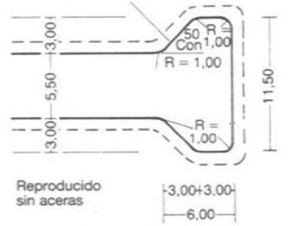
② Plazoleta de cambio de sentido para turismos



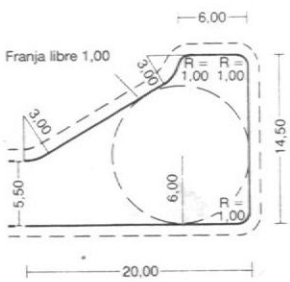
③ Plazoleta circular de cambio de sentido para turismos; radio de giro ≧ 5–6,50 m



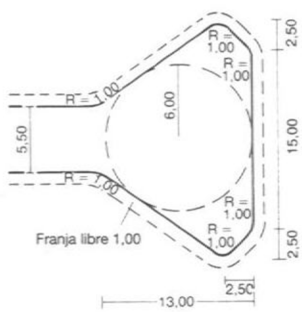
④ Plazoleta en forma de «L» de cambio de sentido para turismos



⑤ Plazoleta en forma de «T» de cambio de sentido para turismos y camiones hasta 8 m de longitud (camiones de basuras, coches de bomberos y camiones de 6 t)



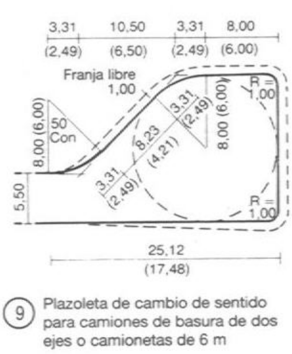
⑥ Plazoleta de cambio de sentido para camiones ≧ 10 m de longitud y 22 t, camiones de recogida de basuras de tres ejes



⑦ Igual que ⑥



⑧ Plazoleta de cambio de sentido para camiones y autobuses articulados



⑨ Plazoleta de cambio de sentido para camiones de basura de dos ejes o camionetas de 6 m

Información: Centro de Investigación del tráfico por carretera 5000 Colonia, Alfred-Schütte Allee 10

El tamaño y forma de un espacio para girar depende de los vehículos que lo utilicen y de su función en el tejido urbano. Es difícil dar recomendaciones de validez universal para elegir un determinado sistema de giro.

Se han de tener en cuenta también las necesidades de los coches de bomberos y los camiones de recogida de basuras. Algunos municipios no permiten construir calles sin salida en las que los camiones de basuras sólo pueden salir dando marcha atrás.

Los espacios para cambiar de sentido pueden tener forma de L o de T → ④ – ⑤, o circunscribir un círculo → ⑥ – ⑨. Los primeros exigen realizar maniobras. Mejor son las plazoletas de forma circular en las que puede cambiarse de sentido con un solo giro.

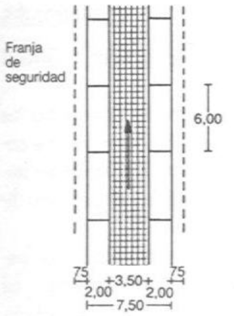
Los espacios destinados a cambiar de sentido deberían ser asimétricos con el círculo desplazado hacia la izquierda → ⑥ – ⑨. En el perímetro exterior debería observarse espacio suficiente para estacionar sin obstaculizar el giro. En algunos casos puede ajardinarse una isleta interior → ⑧. En los espacios con forma de L sólo pueden cambiar de sentido los turismos → ① y no deberían construirse en calles de más de 6 m de anchura, aunque puedan utilizarse vados o entradas a garaje para maniobrar.

Tipo de vehículo	Long. (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Radio de giro (m)
Motos	2,20	0,70	1,00[2]	1,00
Turismos				
– Turismo medio	4,70	1,75	1,50	5,75
– Turismo pequeño	3,60	1,60	1,35	5,00
– Turismo grande	5,00	1,90	1,50	6,00
Camiones				
– Camioneta	4,50	1,80	2,00[1]	6,00
– Camión pequeño	6,00	2,10	2,20[1]	6,10
– Camión 7,5 t	7,00	2,50	2,40[1]	7,00
– Camión 16,0 t	8,00	2,50	3,00[1]	8,00
– Camión 22,0 t (> 16,0 t)	10,00	2,50	3,00[1]	9,30
Camiones de recogida de basura				
– Camión de dos ejes	7,64	2,50	3,30[1]	7,80
– Camión de tres ejes	1,64	2,50	3,30[1]	9,25
Coche de bomberos	6,80	2,50	2,80[1]	9,25
Camión de mudanzas	9,50	2,50	4,00[1]	9,75
(con remolque)	(18,00)			
Autobús convencional I	11,00	2,50[3]	2,95	10,25
Autobús convencional II	11,40	2,50[3]	3,05	11,00
Autobús de línea	11,00	2,50[3]	2,95	11,20
Autobús articulado	17,26	2,50[3]	2,95	10,50 ÷ 11,25
Camión con remolque	18,00	2,50[4]	4,00	12,00[5]
Cabina con tracción		2,50[4]	4,00	
Remolque		2,50	4,00	
Valores máx. de vehíc. de transp. públ.				
Vehículo de 2 ejes	12,00	2,50[4]	4,00	12,00
Vehículo de más de 2 ejes	12,00			
Cabina a tracción con remolque	15,00			
Tranvía articulado	18,00			
Camiones con remolque	18,00			
Observaciones: [1] Altura de la cabina del conductor; [2] altura total con conductor aprox. 2,00 m; [3] con retrovisor exterior 2,95 m; [4] sin retrovisor exterior; [5] radio de giro ficticio en base a la mayor dimensión de vehículos de transporte público.				

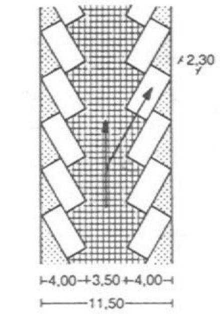
⑩ Datos básicos de vehículos

Tipo de calle	Uso del espacio	Vehículo tipo	R (m)	Observación
Camino vecinal, calle vecinal de poco tráfico	Vivienda	Turismo	6	• Radio de giro para turismos • para camiones de basura con normativa especial (p.e., conexión con camino de acceso restringido)
Calle vecinal	Mayoritariamente vivienda	Turismos, camiones basura de dos ejes	8	• Radio de giro para microbuses y la mayoría de camiones de basura • Posibilidad de cambiar de sentido maniobrando para todos los vehículos de transporte público
Calle vecinal	Vivienda y comercio	Turismos, camiones de basura, camiones de tres ejes, autobuses, autobuses articulados	10 11 12	• Radio de giro suficientemente grande para la gran mayoría de camiones y autobuses antiguos • Radio de giro para autobuses nuevos • Radio de giro para autobuses articulados
	Sobre todo uso industrial	Camión con remolque Autobús articul.	12	• Radio de giro para los vehículos de mayor tamaño admitidos
En el perímetro exterior de las plazoletas de cambio de sentido debería dejarse una franja libre de 1,00 m de anchura.				

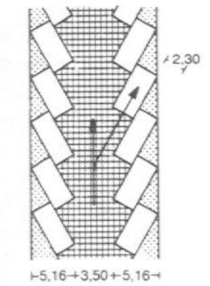
⑪ Recomendaciones para determinar el radio de giro (R)



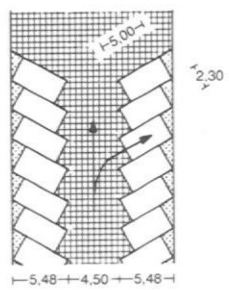
① Aparcamiento en paralelo



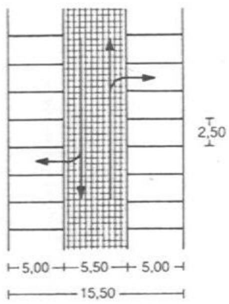
② Aparcamiento a 30°, la maniobra de entrada y salida es sencilla pero la circulación ha de ser en sentido único



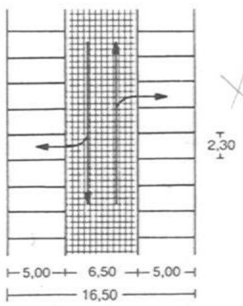
③ Aparcamiento a 45°, sólo desde un único sentido



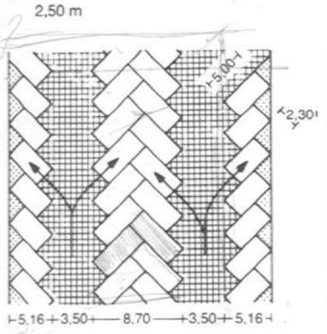
④ Aparcamiento a 60°, sólo desde un único sentido



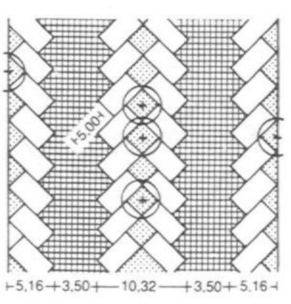
⑤ Aparcamiento a 90°, desde ambos sentidos. Anchura de las plazas: 2,50 m



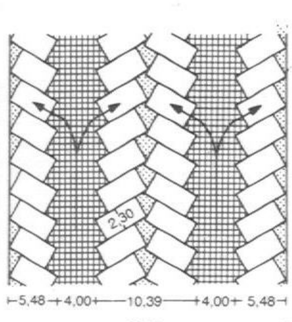
⑥ Aparcamiento a 90°, desde ambos sentidos. Anchura de las plazas: 2,30 m



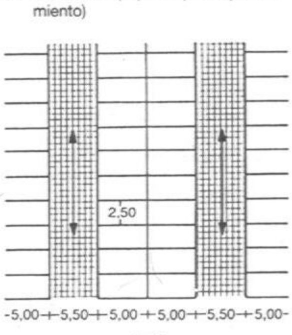
⑦ Aparcamiento a 45°, circulación en un único sentido



⑧ Aparcamiento sólo en el sentido de circulación (espacio para ajardinamiento)



⑨ Aparcamiento a 60°, sólo en el sentido de circulación



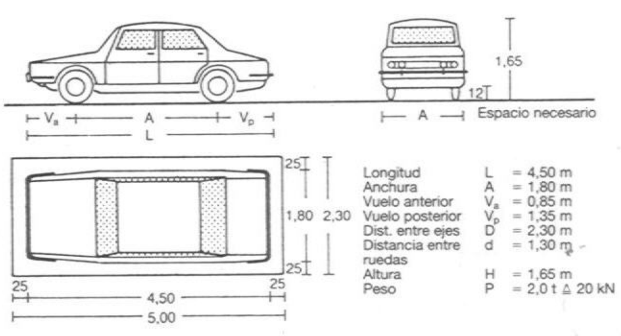
⑩ Aparcamiento a 90°, calle de 5,50 m de anchura. Plazas de aparcamiento de 2,50 m de anchura.

PLAZAS DE APARCAMIENTO

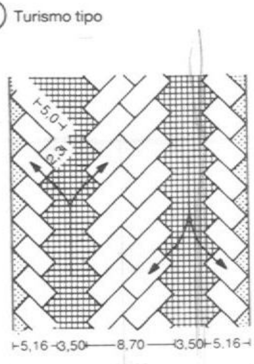
Las plazas de aparcamiento suelen delimitarse por franjas de 12 a 20 cm de anchura pintadas de color blanco o amarillo. Para una mayor visibilidad, en las plazas delimitadas por una pared, estas franjas se pintan a una altura de aprox. 1,0 m. Como delimitación también se pueden utilizar bordillos laterales de 50 a 60 cm de longitud, 20 cm de anchura y 10 cm de altura. En las plazas de aparcamiento que delimitan con paredes o pilares prever la colocación de protecciones de goma; en las plazas enfrentadas se han de colocar topes de delimitación de aprox. 10 cm de altura → ⑬.

Plazas de aparcamiento para turismos ≧ 5,00 m de longitud y 2,30 m de anchura; para turismos de minusválidos prever una anchura ≧ 3,50 m.

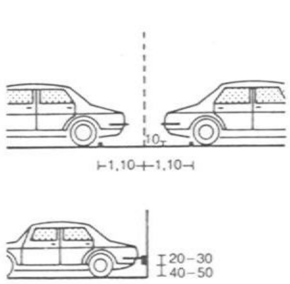
Disposición de las plazas	Superficie necesaria por plaza	Número de plazas por cada 100 m²	Número de plazas por cada 100 ml
→ ① 0° en paralelo. Es difícil entrar y salir. Apropiada para calles estrechas	22,7	4,4	17
→ ② 30° en diagonal. Es relativamente fácil entrar y salir. Óptimo aprovechamiento de la superficie	26,3	3,8	21
→ ③ 45° en diagonal. Es fácil entrar y salir. Aprovechamiento relativamente bueno de la superficie. Disposición más usual	20,3	4,9	31
→ ④ 60° en diagonal. Es fácil entrar y salir. Buen aprovechamiento de la superficie. Disposición bastante usual	19,2	5,2	37
→ ⑤ 90° en perpendicular (anchura de las plazas 2,50 m). Los vehículos han de girar con un radio muy pequeño	19,4	5,1	40
→ ⑥ 90° en perpendicular (anchura de las plazas 2,30 m). Las plazas ocupan menos superficie. Apropiado para instalaciones compactas; utilizado con mucha frecuencia	19,2	5,2	37



⑪ Turismo tipo



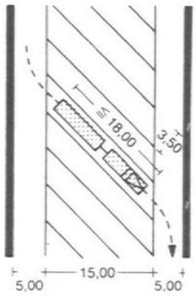
⑫ Disposición en diagonal



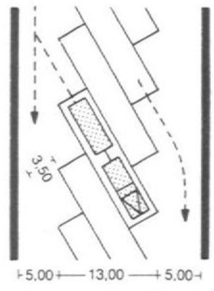
⑬ Topes y protecciones de goma

CAMIONES

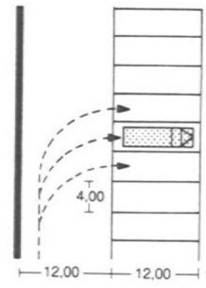
APARCAR Y GIRAR



① Aparcamiento a 45° de camiones con remolque



② Aparcamiento a 30° de camiones con remolque



③ Aparcamiento a 90° de camiones

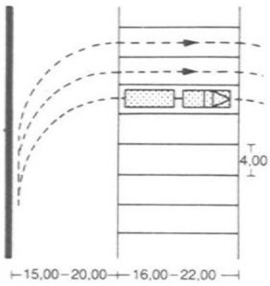
Las señales viales permanentes para el estacionamiento de camiones no son convenientes debido a la diferencia en sus dimensiones.

Las medidas básicas que necesitan los automóviles, en cuanto a espacio y superficie, resultan de las dimensiones que ocupa el vehículo al pasar por un tramo recto, una curva y al aparcar y desaparcar.

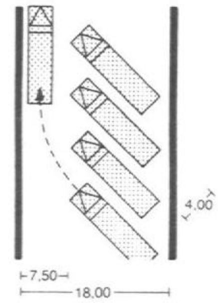
Sobre todo debe tenerse en cuenta la línea que describen las ruedas interiores traseras del vehículo al trazar una curva.

Radio de giro de los vehículos con las dimensiones máximas aprobadas por la Dirección General de Tráfico alemana: radio exterior del círculo: 12 m

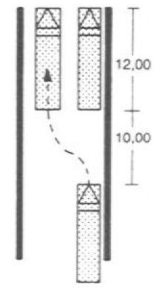
Radio exterior de giro con dimensiones apropiadas para la mayoría de los camiones: 10 m, → p. 382.



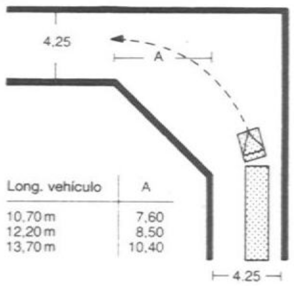
④ Aparcamiento a 90° de camiones con remolque



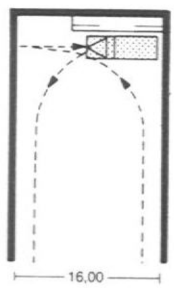
⑤ Aparcamiento a 45° de camiones



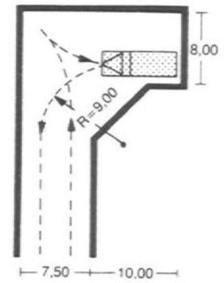
⑥ Pérdida de espacio al aparcar longitudinalmente



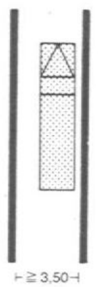
⑦ Superficie necesaria en los chaflanes



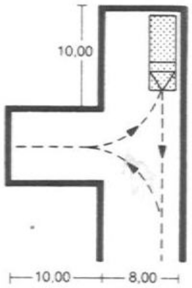
⑧ Posibilidades de girar en espacios estrechos



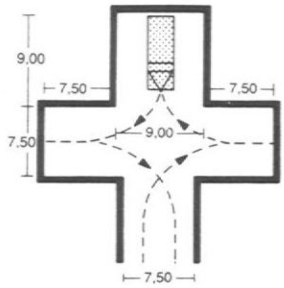
⑨ «L» de cambio de sentido en condiciones límite



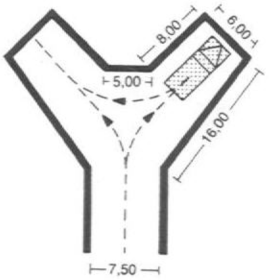
⑩ Paso de camiones



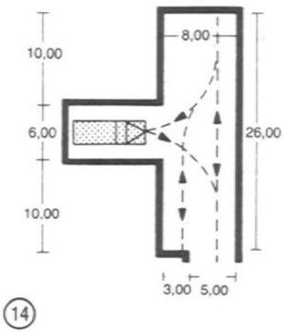
⑪ Otras posibilidades → ⑫ - ⑭



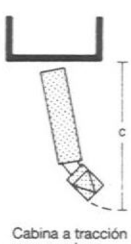
⑫



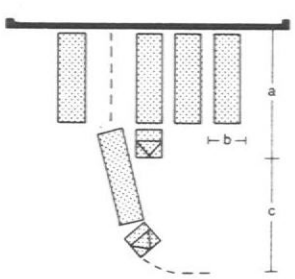
⑬



⑭



⑮ Aparcamiento de un solo camión



⑯ Aparcamiento en batería

Superficie libre para entrada y salida de:		
Longitud del camión a	Anchura de la plaza b	Superficie libre c
Camión 22 t 10.00	3,00 3,65 4,25	14,00 13,10 11,90
Camión 12.00	3,00 3,65 4,25	14,65 13,50 12,80
Cabina a tracción con remolque 15.00	3,00 3,65 4,25	17,35 15,00 14,65

⑰ Tabla para ⑮ y ⑯

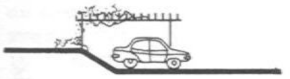
GARAJES Y EDIFICIOS DE APARCAMIENTO



(1) Talud



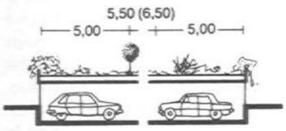
(2) Terraplén



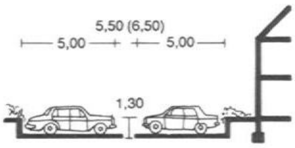
(3) Pérgola con vegetación



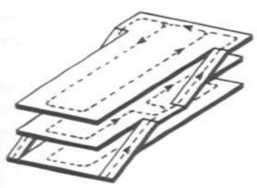
(4) Marquesina (protección acústica)



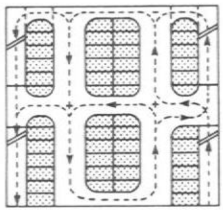
(5) Cubierta



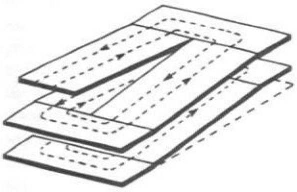
(6) Rehundido



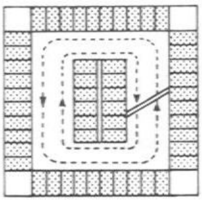
(7) Garaje de plantas enteras



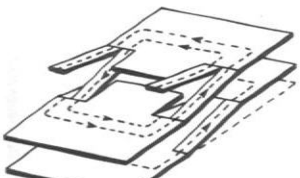
(8) Planta → (7)



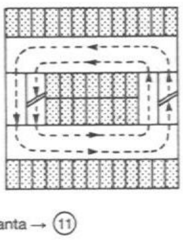
(9) Plantas inclinadas Pendiente ≦ 6 %



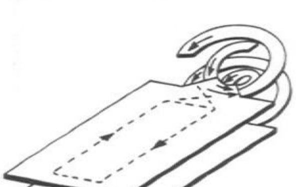
(10) Planta → (9)



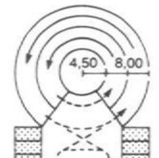
(11) Garaje de medias plantas (Sistema D'Humy)



(12) Planta → (11)



(13) Sistema con rampa helicoidal



(14) Planta → (13); cuanto menor sea el radio de la rampa, mayor ha de ser la anchura del carril

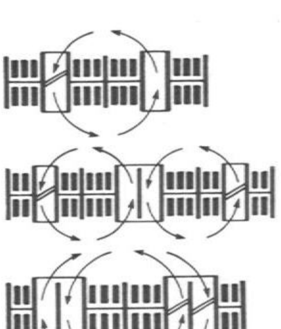
Las ilustraciones (1) – (6) muestran diferentes ejemplos para integrar plazas de aparcamiento formalmente en el entorno, sin que disminuya su funcionalidad. Para ampliar las zonas verdes se pueden rehundir parcial o completamente o cubrirlas con una cubierta ajardinada → (3) – (5). La vegetación no sólo posee cualidades formales, sino que también produce sombras y mejora las características ambientales (absorción de polvo).

Para salvar las diferencias de altura y para el acceso a cada una de las plantas del garaje, existen diferentes sistemas de rampas. La pendiente de las rampas no debería ser superior al 15 %, aunque en garajes pequeños puede llegar hasta el 20 %. Entre la superficie pública de circulación y las rampas con una pendiente superior al 5 %, debe existir una superficie horizontal de ≧ 5 m de longitud; en rampas para turismos, una superficie con una inclinación de hasta el 10 % de ≧ 3 m de longitud. Las diferentes alternativas de disponer y desarrollar las rampas pueden agruparse en cuatro grupos → (7) – (14). Rampas rectas de comunicación entre varias plantas con descansillos intermedios, dispuestas una a continuación de otra o en paralelo; rampas independientes de bajada y subida.

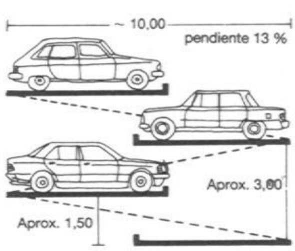
Plantas inclinadas (no se necesitan rampas adicionales). Toda la superficie destinada a aparcamiento está formada por planos inclinados. Es un sistema que permite un gran ahorro de espacio → (9) – (10), pendiente ≦ 6 %.

Garaje de medias plantas (rampas D'Humy): las superficies de aparcamiento están desplazadas media planta, la diferencia de altura se salva con rampas cortas → (11) – (12) y → (17) – (18).

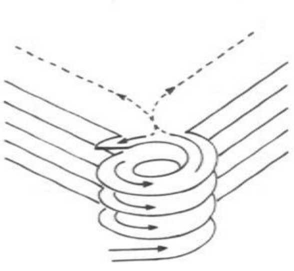
Las rampas helicoidales implican un sistema constructivo bastante complicado y de difícil control visual. Por ser de forma circular, las superficies sobrantes son de difícil aprovechamiento → (13) – (16) y → (19) – (20). Las piezas de las rampas helicoidales deben tener una pendiente transversal ≦ 3 %. Radio interior de la rampa ≧ 5 m. En los grandes garajes cuando no existan recorridos independientes para los peatones, las rampas deben tener una acera elevada de ≧ 80 cm de ancho. La anchura de los carriles de entrada y de salida de los garajes de tamaño medio o grande ha de ser al menos de: 3 m para el tránsito de automóviles de hasta 2 m de anchura y 3,50 m para el tránsito de vehículos de mayor anchura.



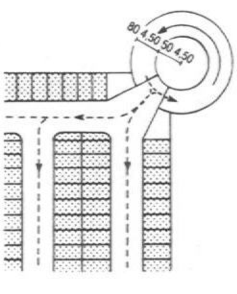
(17) Formas básicas del sistema D'Humy. Pendiente de las rampas: 13-15 %



(18) Solape de las medias plantas → (11) – (12)



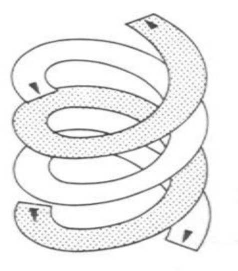
(15) Torres de rampas helicoidales, independientes, en las esquinas del edificio



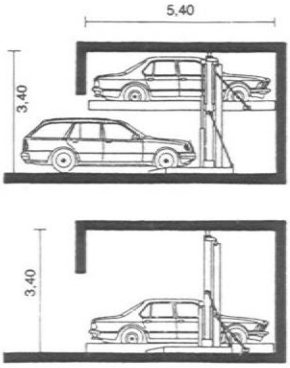
(16) Planta → (15)



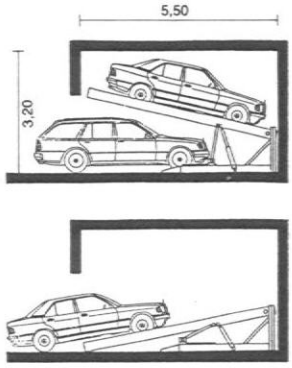
(19) Rampa helicoidal con carril de subida y bajada



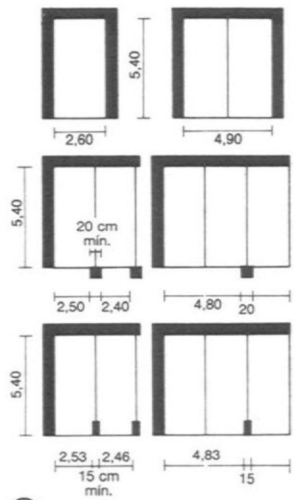
(20) Doble rampa helicoidal, carriles de bajada y de subida uno encima del otro



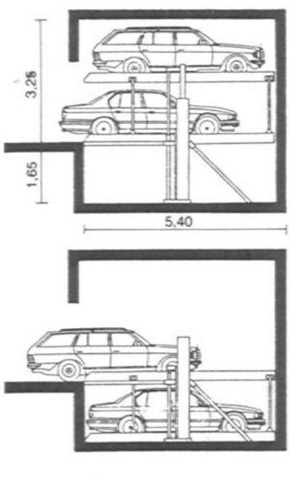
① Garaje con montacoches sin fosa



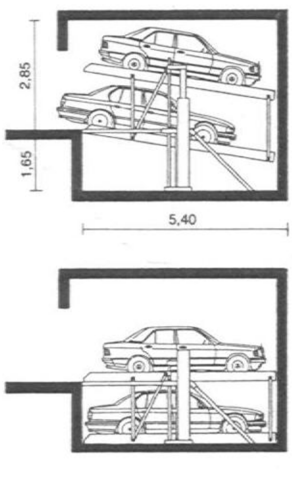
② Sin fosa (aparcamiento condicionado)



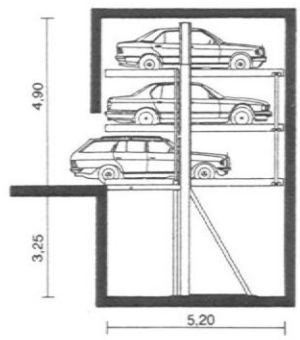
③ Plantas



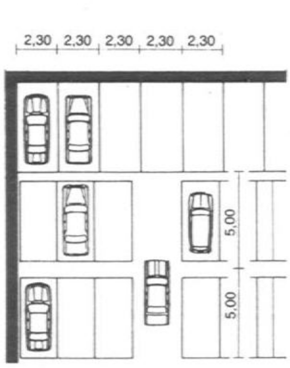
④ Estacionamiento independiente; superposición de dos coches



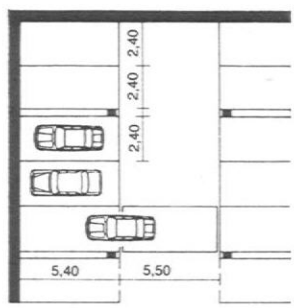
⑤ En el nivel inferior se puede aparcar una furgoneta



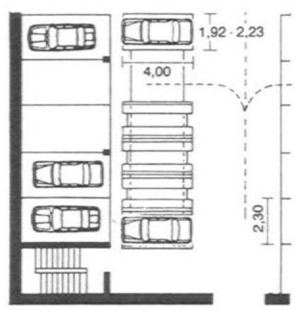
⑥ Estacionamiento independiente de tres coches superpuestos



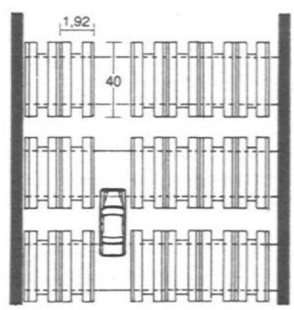
⑦ Plataformas de aparcamiento (Wöhr)



⑧ Plataformas móviles (Wöhr)



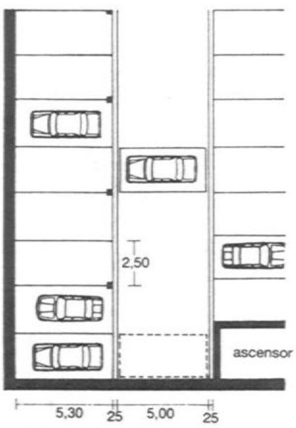
⑨ Guías desplazables (Klaus) → ⑩



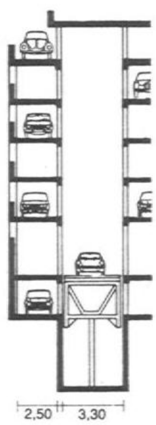
⑩ Guías desplazables colocadas longitudinalmente (Klaus)

En los garajes para un solo vehículo pueden caber dos coches utilizando plataformas móviles → ① + ②, de funcionamiento eléctrico, en caso de fallo del suministro se accionan con una bomba manual. Plataforma para aparcar hasta tres turismos → ⑥ para garajes en hilera, patios o edificios de aparcamiento con cuadro de mandos en la conserjería. Capacidad de carga por plaza: 2500 kg. Pendiente de la entrada y la salida ≦ 14 %. En los sistemas → ⑦ – ⑧ los coches se colocan sobre unas guías que se desplazan, activando el cuadro de mandos, para dejar libre el acceso. Una plataforma móvil desplaza al turismo por el pasillo central hasta la plaza de aparcamiento, el montacoches o la salida. Las plataformas colocadas en sentido longitudinal o transversal pueden llegar a aumentar el aprovechamiento del espacio entre un 50 % y un 80 % → ⑦ – ⑩.

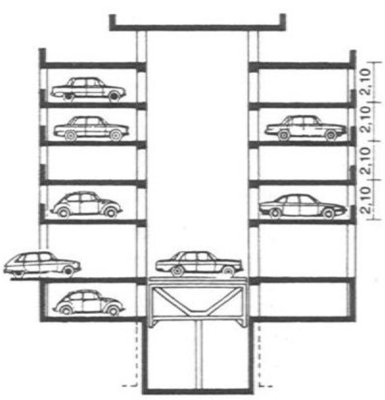
Los garajes con aparcamiento mediante ascensores → ⑬ – ⑭ permiten aprovechar el espacio al máximo. Accionamiento a través de conmutadores con llave situados en la zona de entrada. Se pueden construir hasta 20 plantas. Hasta 10 plantas se puede instalar un ascensor hidráulico. Las personas no acceden al edificio de aparcamiento, por lo que las plantas pueden tener una altura menor a 2,10 m. Este sistema de aparcamiento ofrece economía de espacio, seguridad de funcionamiento, ausencia de ruidos y gases de escape. 40–80 turismos por ascensor. Tiempo necesario para aparcar y desaparcar: 1–2 minutos por término medio. En solares muy estrechos se recomienda emplear un sistema de aparcamiento lateral → ⑫.



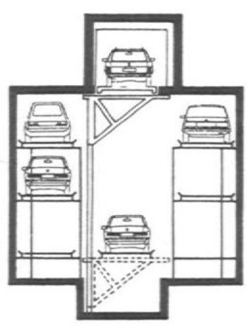
⑪ Planta
Garaje con ascensor → ⑫ – ⑬



⑫ Aparcamiento transversal



⑬ Sección → ⑪



⑭ Capacidad hasta 20 turismos

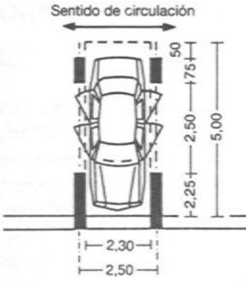
EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

→ 📖

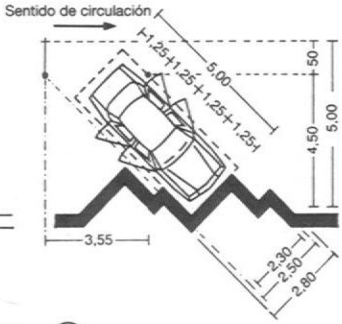
En los edificios de aparcamiento los elementos estructurales (forjados, muros, pilares, vigas) deben ser resistentes al fuego. Para construir garajes abiertos se han de emplear materiales ignífugos. En los edificios de aparcamiento y en los garajes subterráneos se aconseja una altura libre de 2,20 m. Para la señalización de orientación para peatones y conductores deberían contarse con 25 cm adicionales, para la posterior instalación de una nueva capa de pavimento se necesitan 5 cm más, es decir, lo óptimo es disponer de una altura total de 2,50 m + la estructura; por lo que, según cual sea el tipo estructural elegido, resultará una altura entre plantas entre 2,75 y 3,50 m. Una retícula de pilares relativamente estrecha puede —si se distribuye adecuadamente la planta— reducir considerablemente los costes de construcción sin reducir la funcionalidad → ① – ②. En las estructuras de grandes luces los pilares ocupan entre un 7–12 % menos de superficie en planta → ④.

Las rampas y las pendientes se han de dimensionar y proyectar de acuerdo con la ilustración → ③. Las rampas, rectas o helicoidales, con plazas de aparcamiento incorporadas, se forman inclinando los forjados de las plantas → p. 385; en forma helicoidal con aparcamiento a ambos lados del carril de circulación → ⑥. Con el diagrama → ⑧ se puede predimensionar la superficie necesaria para un determinado número de plazas de aparcamiento en la fase de anteproyecto. Los ejemplos reproducidos → ⑦ muestran diferentes formas de edificios de aparcamientos y cómo disponer las rampas en cada caso.

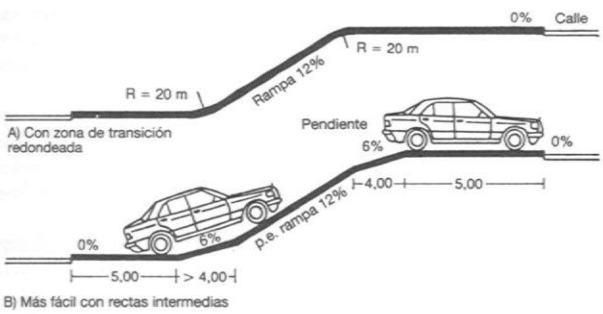
Las estructuras de hormigón armado (hormigonadas in situ o de piezas prefabricadas) son las que mejor satisfacen la normativa de protección ante incendios. Las estructuras de acero se suelen construir por regla general como sistema estructural secundario y por motivos de protección contra incendios suelen tener que revestirse con hormigón, placas de asbesto o revoco con vermiculita. En los garajes se ha de prever una elevada sobrecarga de uso: 3,5 kN/m^2 en las plazas de aparcamiento y 5 kN/m^2 en las rampas. En las cubiertas ajardinadas: 10 kN/m^2.



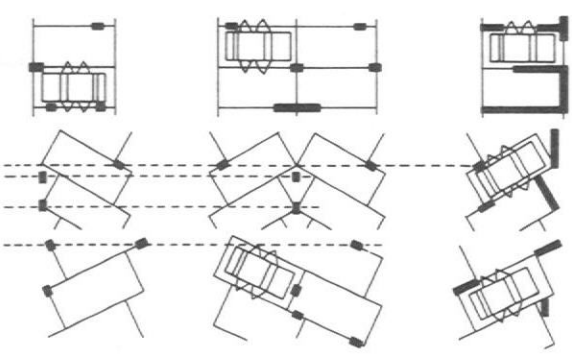
① Posible disposición de los pilares; aparcamiento en perpendicular



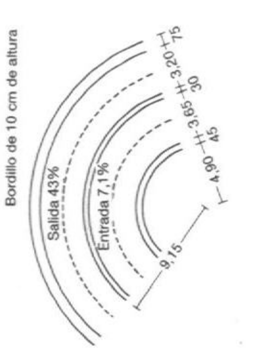
② Aparcamiento a 45°



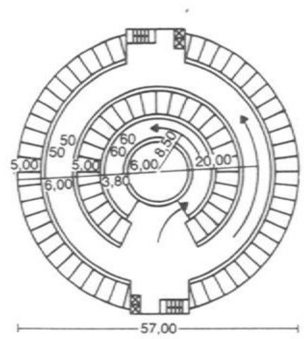
③ Cambios de pendiente en las rampas



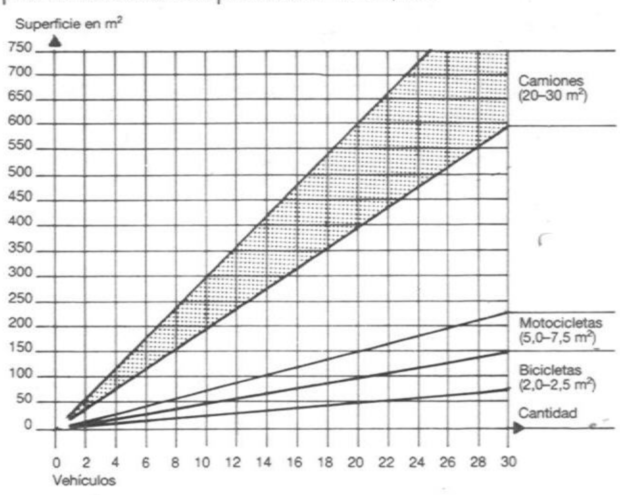
④ Posible disposición de pilares



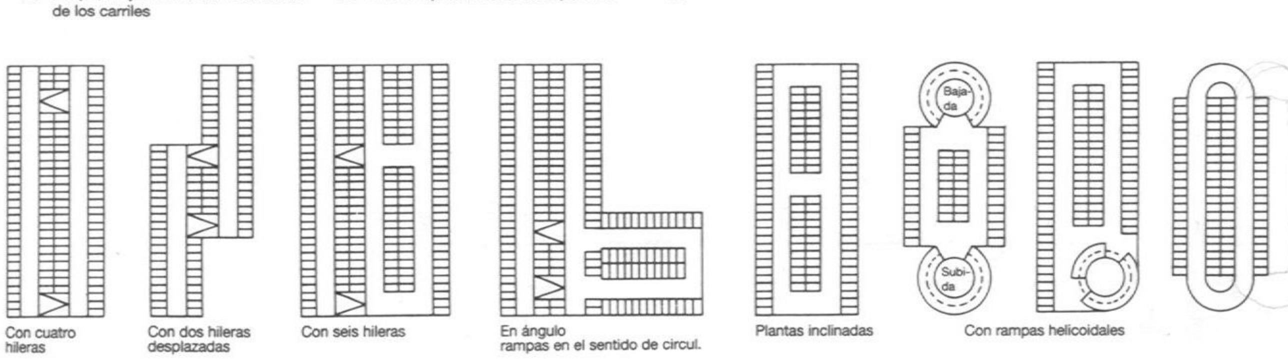
⑤ Cuanto menor sea el radio de la rampa, mayor ha de ser la anchura de los carriles



⑥ Rampa de forma helicoidal con plazas de aparcamiento incorporadas



⑧ Superficies necesarias para aparcamientos incluidas las superficies de circulación



Con cuatro hileras

Con dos hileras desplazadas

Con seis hileras

En ángulo rampas en el sentido de circul.

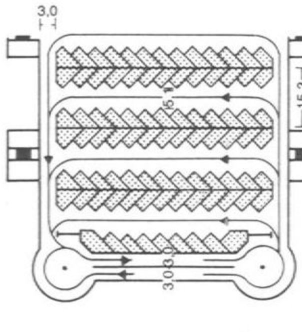
Plantas inclinadas

Con rampas helicoidales

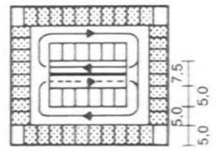
⑦ Plantas y ordenación de las rampas

EDIFICIOS DE APARCAMIENTO

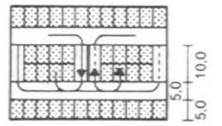
→ 🕮



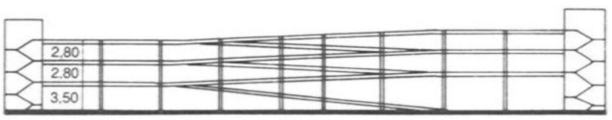
(1) Garaje Siemens
Arq.: H. Hertlein



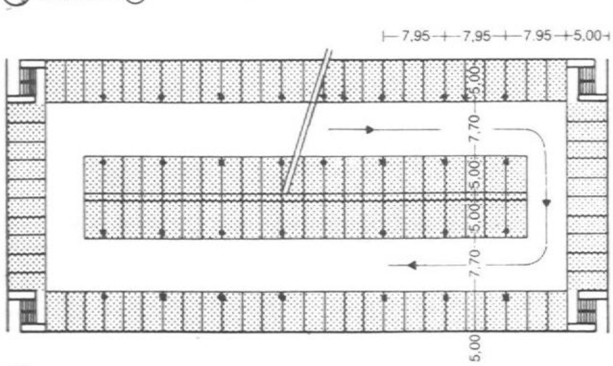
(2) Rampa longitudinal



(3) Rampa transversal



(4) Sección → (5)



(5) Planta de un garaje con forjados inclinados

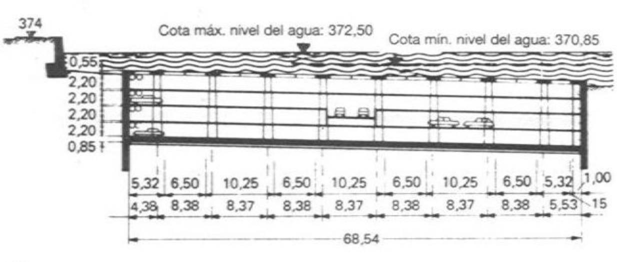
En la normativa alemana se establece la siguiente clasificación para los garajes en función de su superficie útil: garajes pequeños ≦ 100 m^2, garajes medios 100–1000 m^2, grandes garajes ≧ 1000 m^2. Los garajes subterráneos son aquellos cuyas plantas se encuentran en promedio a una altura ≧ 1,30 m por debajo del nivel del terreno. Los garajes grandes han de tener entradas y salidas separadas. Situación en las proximidades de lugares con gran acumulación de tráfico, como estaciones de ferrocarril, aeropuertos, centros comerciales, teatros, cines, edificios de oficinas y administración y zonas de viviendas con gran densidad de población.

Los garajes grandes y medianos, han de tener una altura libre mínima de 2,0 m en las zonas transitables, incluso debajo de las jácenas, las instalaciones de ventilación u otros elementos constructivos. La planta baja suele tener una altura mayor ya que generalmente se destina también a otros usos → p. 381.

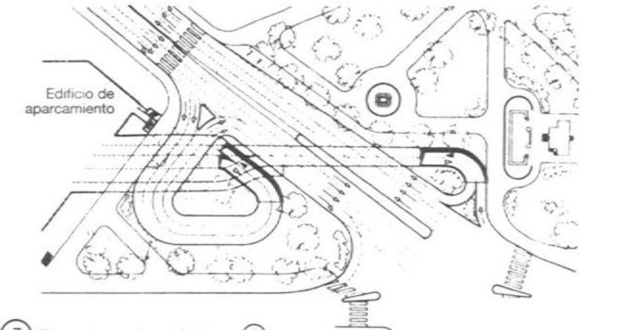
Para pequeños vehículos de transporte altura mínima 2,5 m. Para conocer la sobrecarga de los forjados consultar DIN 1055; los garajes abiertos han de tener aberturas directamente al exterior y repartidas de manera que siempre exista una ventilación transversal (superficie ≧ 1/3 de la sup. de las paredes perimetrales).

Estacionamiento ideal en el centro de Ginebra, bajo el Ródano. Entradas y salidas situadas antes del puente → (7). Gran fluidez del tráfico de entrada y salida a través de las rampas situadas a ambos lados. Con una rampa central inclinada se comunican todas las plantas → (7) – (8). No se necesita personal por estar automatizado el cobro.

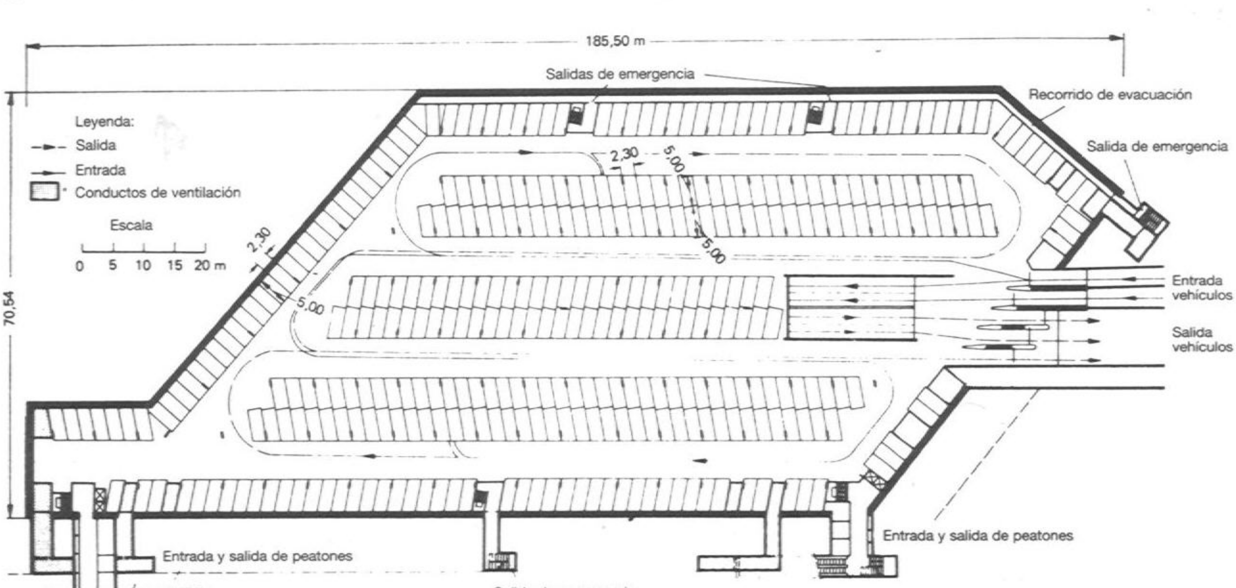
Criterios de calidad para los edificios de aparcamiento: seguridad en la utilización, control visual, señalización de las plazas de aparcamiento para localizar el vehículo con facilidad, integración en el entorno urbano. Ventilación natural y entrada de luz solar, contacto visual con el exterior, ajardinamiento, sistema de pago sencillo.



(6) Sección → (8)



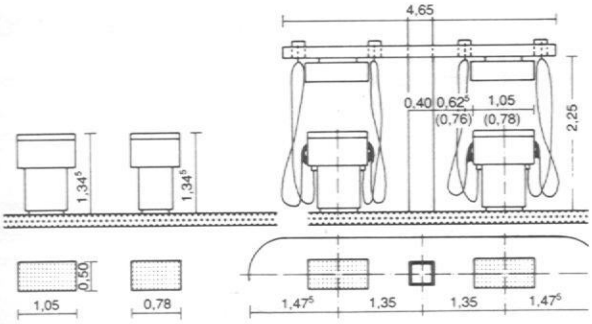
(7) Plano de emplazamiento → (8)



Proyecto y ejecución AC.C. Zschokke

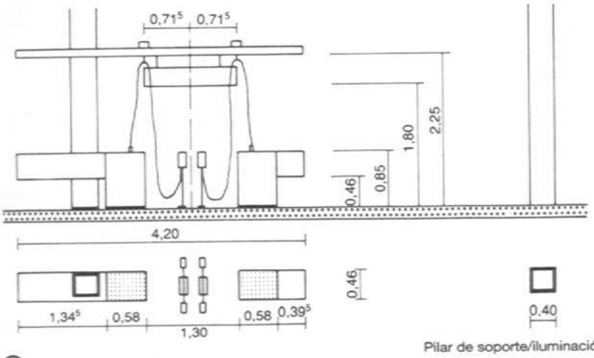
(8) Aparcamiento debajo del lago de Ginebra. Primera planta. 372 plazas de aparcamiento.

ESTACIONES DE SERVICIO

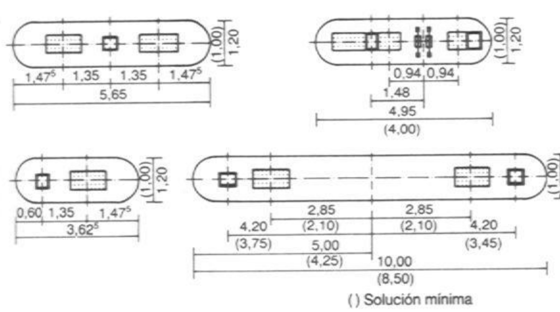


① Surtidor doble Surtidor individual

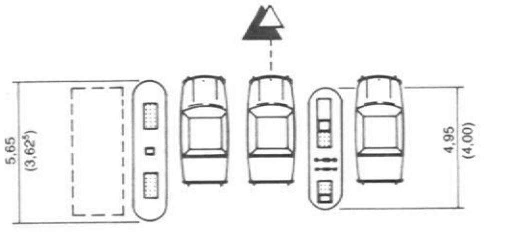
Medidas de una isleta de surtidores (ej.: isleta corta de dos surtidores dobles)



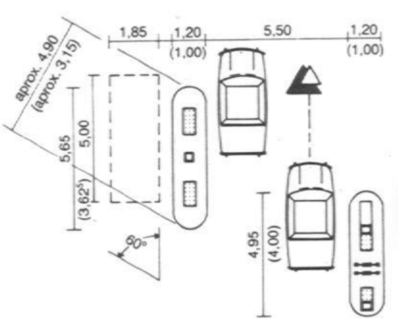
② Unidad de surtidor



③ Dimensiones de diferentes isletas de surtidores



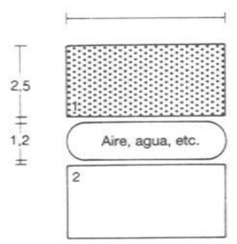
④ Dos isletas cortas en paralelo a la carretera



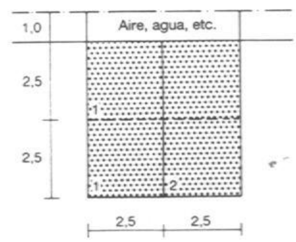
⑤ Dos isletas cortas a 60° respecto a la carretera
( ) Soluciones mínimas

Información: Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Colonia 21 → 🕮

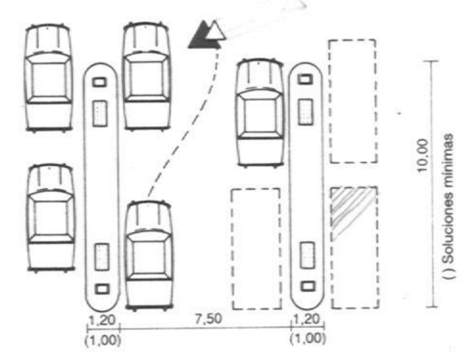
Para las autopistas rigen las directrices RAN, redactadas por el Ministerio Federal de Tráfico.
Las estaciones de servicio pueden complementarse con otros establecimientos comerciales → p. 390 ③. Los más habituales son los de abastecimiento de carburante y aceites, accesorios y piezas de recambio de vehículos, servicios de mantenimiento y limpieza y productos diversos para el conductor.
La distancia entre estaciones de servicio en centros urbanos debe ser ≧ 100 m, y de 250 m como mínimo en las vías de tráfico intenso.
Fuera de centros urbanos, en trayectos de largo recorrido, puede disponerse una estación de servicio cada 25 km aprox.
Para una estación de servicio simple basta un solar de 800 m² de superficie, con instalaciones de servicio adicionales de unos 1000 m², en las grandes estaciones, por regla general, 2000 m².
Las estaciones de servicio han de tener un acceso fácil, ser reconocibles a distancia y estar situadas lo más cerca posible a la vía rodada. Raramente deben estar emplazadas en el centro de una localidad, es preferible que se sitúe en sus vías de acceso, de circunvalación y de largo recorrido. En las salidas de los centros urbanos, ubicadas a mano derecha y fuera de las zonas de posibles colas provocadas por el sistema de señalización de tráfico. No es aconsejable situarlas justo en las esquinas de las calles, es preferible un poco antes de las mismas, para desembocar su salida en una calle lateral → p. 390 ⑦.
Los servicios mínimos que debe ofrecer una estación de servicio son: aprovisionamiento de carburante, comprobación del nivel del aceite y del agua del motor, presión de los neumáticos, nivel del líquido de la batería y posibilidad de rellenarla. Además, ha de ser posible comprobar el líquido del sistema del limpiaparabrisas, lavarse las manos, limpiar los faros y el parabrisas, comprar diversos productos, llamar por teléfono y disponer de lavabos públicos y demás instalaciones oportunas. Puede disponer de otros servicios: limpieza del vehículo, aspiración de polvo, etc., consultas sobre problemas técnicos y servicios de reparación.
Hay que tener en cuenta el mantenimiento de las visuales desde la carretera y la alineación de las edificaciones indicada en los planos urbanísticos, así como las normativas urbanísticas.
Extracto de la normativa legal: 1. Superficie de estacionamiento/parada (2,50 × 5,00 m = 12,50 m²). 2. Número suficiente de plazas de aparcamiento (en función del número de naves, surtidores y personal empleado). Suficiente superficie de espera delante de las instalaciones de lavado automático (p.e. superficie suficiente para un 50 % de la capacidad de lavado en una hora).
Es importante atenerse a las medidas específicas de automóviles.
Radio de giro: 12,50 m para turismos, 26 m para camiones.
Anchura de vehículos: 1,85 m para turismos, 2,50 m para camiones.
Longitud de vehículos: 5,00 m para turismos, 18 m para camiones.
Estos datos sirven como medidas básicas para el cálculo de las dimensiones de las isletas de surtidores y la anchura de los carriles de acceso → p. 390.



⑥ Puesto de suministro de agua, aire, etc.

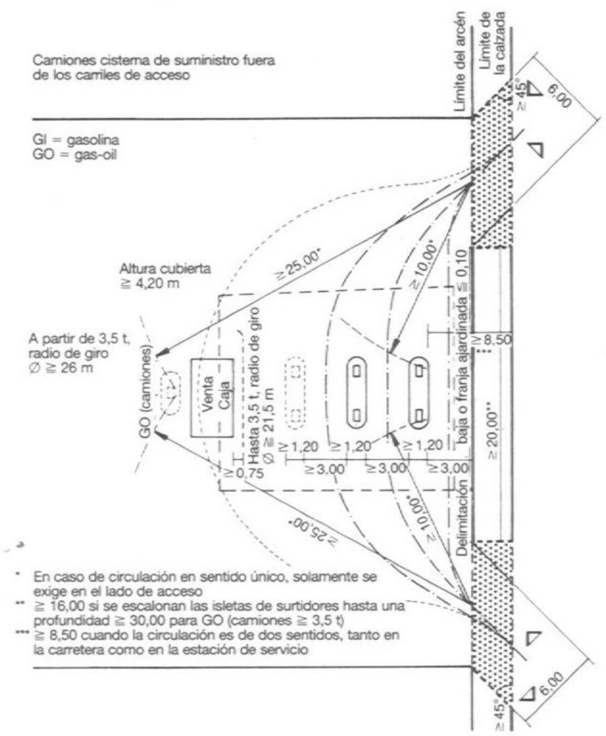


⑦ Puesto de sum. de agua, aire, etc.

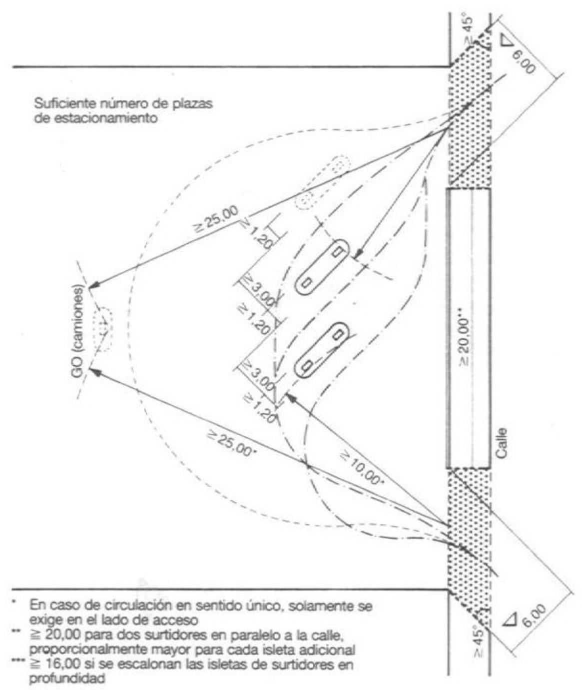


⑧ Dos isletas largas en paralelo a la carretera (exige una conducción disciplinada)

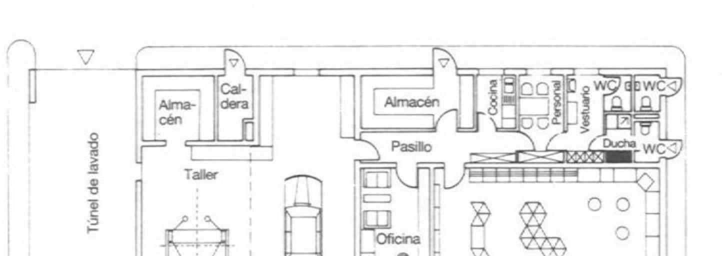
Información: Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen Alfred-Schütte-Allee 10, 5000 Köln 21



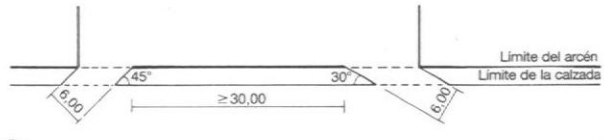
(1) Estación de servicio de gasolina y según el caso, también de gas-oil (camiones ≧ 3,5 t) en el exterior de un casco urbano



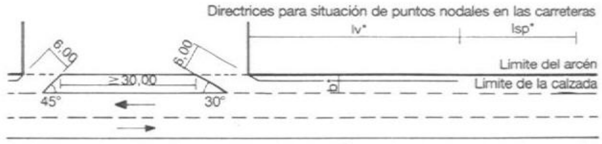
(2) Estación de servicio con isletas de surtidores dispuestas en diagonal, en el interior de un casco urbano (sobre todo para circulación en un único sentido)



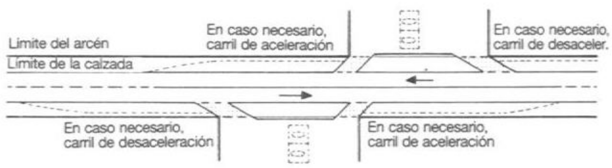
(3) Planta de una estación de servicio con túnel de lavado y tienda



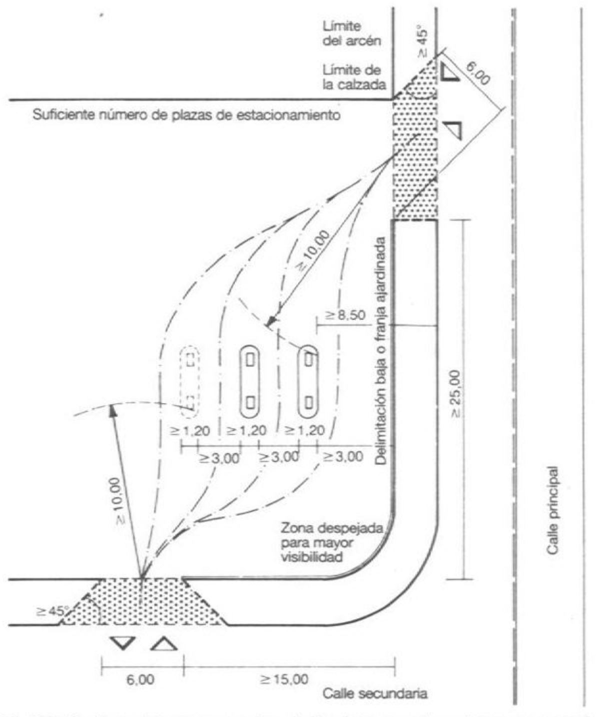
(4) Sin carriles de aceleración y desaceleración



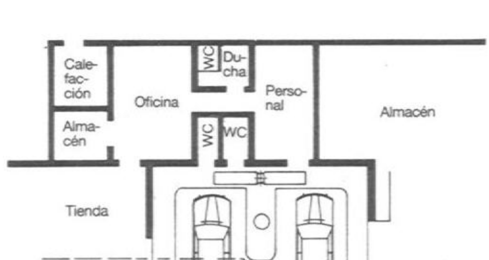
(5) Salida y entrada a una estación de servicio en tramos despejados



(6) Estación de servicio a ambos lados de la carretera en un tramo despejado



(7) Estación de servicio en una esquina, dentro del casco urbano (en casos excepcionales), para suministro de gasolina; por lo general no es para camiones



(8) Estación de servicio rápido

→ 📖

Criterios para elegir el emplazamiento

— Condiciones topográficas, geológicas y metereológicas.
— Edificaciones existentes en los alrededores.
— Disponibilidad de terrenos para pistas de rodaje, despegue y aterrizaje, hangares, mantenimiento, tanques de combustible, etc. y su ampliación en el futuro.
— Proximidad a centros de tráfico y a la red de autopistas y carreteras existente y/o prevista.

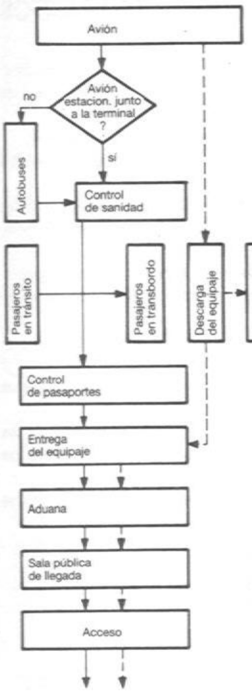
Clasificación de los aeropuertos

El concepto de aeródromo se aplica a:
— Aeropuertos (con zona de prohibición de edificar).
— Campos de aterrizaje (con zona de limitación para la edificación).
— Campos de vuelo sin motor y helipuertos.

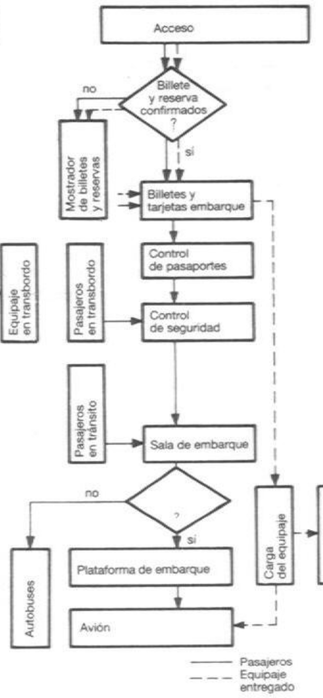
Los aeropuertos y campos de aterrizaje se dividen en aeropuertos de tráfico general y aeropuertos o campos de aterrizaje que, o bien son accesibles a cualquier aviador o sirven a funciones especiales (por ejemplo, aeropuertos de clubs deportivos, militares, o de carga).

Planificación general

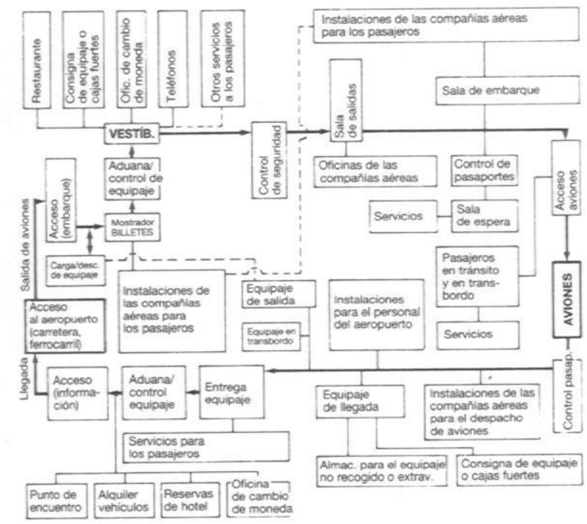
Los aeropuertos deberían proyectarse, teniendo en cuenta su posibilidad de ampliación como mínimo durante los próximos veinte años y la adaptación a las nuevas tecnologías, progresos en la aviación y modificaciones en la estructura del tráfico. Los pronósticos sobre el tráfico deberían abarcar datos sobre movimiento de aviones, número de pasajeros y cantidad de carga, que deberían basarse en el estado actual del tráfico aéreo. Al cuantificar los parámetros no deberían tomarse cifras máximas absolutas, sino la media de los valores máximos más característicos (aquellos que se alcanzan 30 días al año o 10 veces en el mes punta).



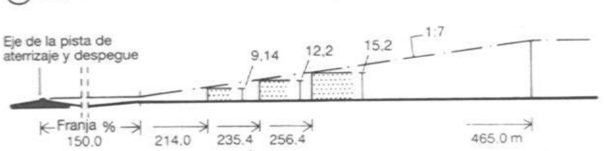
① Ejemplo de las circulaciones en un aeropuerto (llegadas)



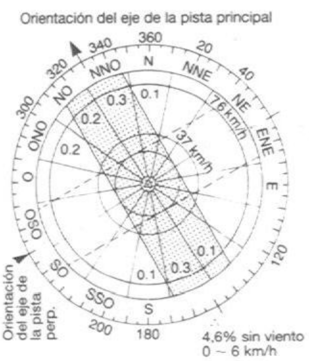
② Ejemplo de las circulaciones en un aeropuerto (salidas)



③ Esquema funcional de una terminal de viajeros



④ Separación mínima entre el eje de la pista de aterrizaje y despegue según la altura del edificio más próximo

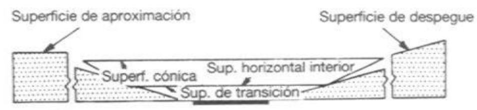


⑤ Rosa de los vientos típica

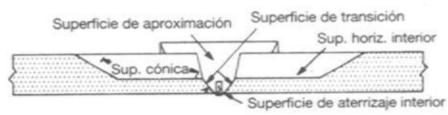
Distribución de los vientos

Direc. viento	7 – 24 km/h	26 – 37 km/h	39 – 76 km/h	Total
N	4.8	1.3	0.1	6.2
NNE	3.7	0.8	—	4.5
NE	1.5	0.1	—	1.6
ENE	2.3	0.3	—	2.6
E	2.4	0.4	—	2.8
ESE	5.0	1.1	—	6.1
SE	6.4	3.2	0.1	9.7
SSE	7.3	7.7	0.3	15.3
S	4.4	2.2	0.1	6.7
SSO	2.6	0.9	—	3.5
SO	1.6	0.1	—	1.7
OSO	3.1	0.4	—	3.5
O	1.9	0.3	—	2.2
ONO	5.8	2.6	0.2	8.6
NO	4.8	2.4	0.2	7.4
NNO	7.8	4.9	0.3	13.0
Sin viento	(0 – 6km/h)			4.6
Total				100.0

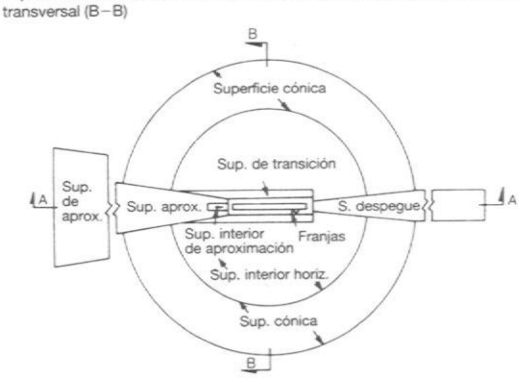
⑥ Datos eólicos



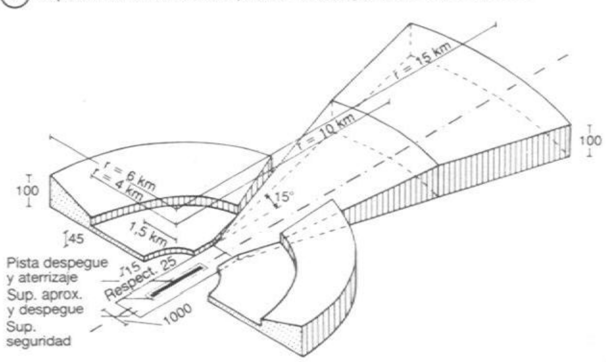
⑦ Espacio libre de obstáculos en torno a las pistas de despegue y aterrizaje; sección longitudinal (A–A)



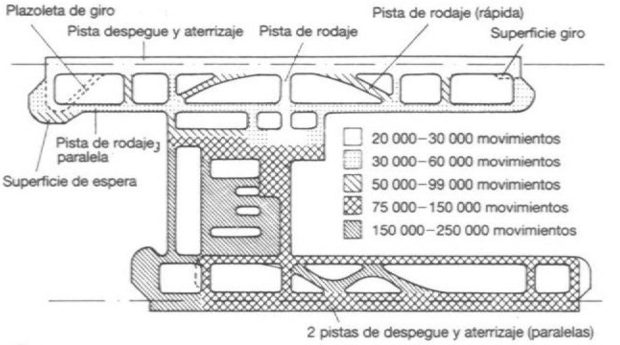
⑧ Espacio libre de obstáculos en torno a las pistas de despegue y aterrizaje; sección transversal (B–B)



⑨ Espacio libre en torno a las pistas de despegue y aterrizaje en planta



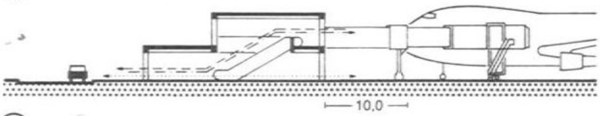
⑩ Zona de limitación de la edificación para un aeropuerto con una pista de aterrizaje instrumental



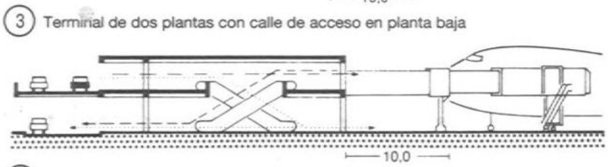
(1) Esquema típico de ampliación de un aeropuerto por fases



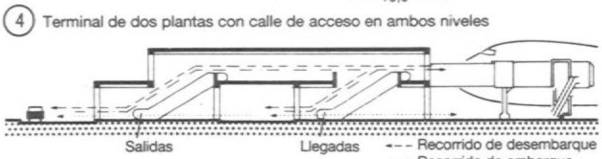
(2) Terminal de una planta con accesos al mismo nivel



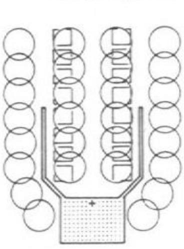
(3) Terminal de dos plantas con calle de acceso en planta baja



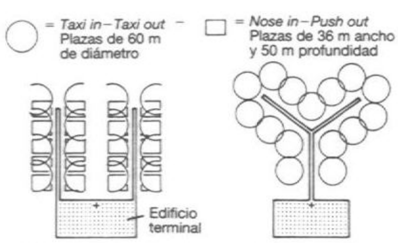
(4) Terminal de dos plantas con calle de acceso en ambos niveles



(5) Terminal de dos plantas con calle de acceso en planta baja. Disposición típica de los niveles de recepción en un aeropuerto

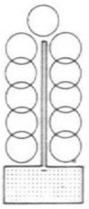


(6) Sistema de ramales (*finger*)

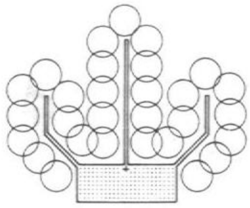


(7) → (6)

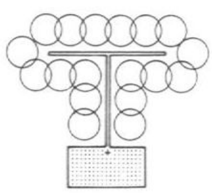
(8) → (6)



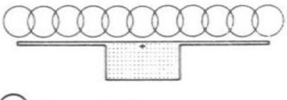
(9) → (6)



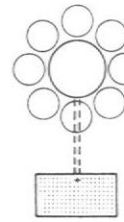
(10) → (6)



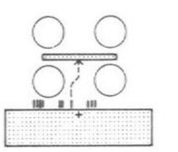
(11) → (6)



(12) Sistema lineal



(14) Sistema de satélites



(13) Sistema mediante transporte
Todas las plazas de estacionamiento para aviones junto al edificio (equipadas con puentes peatonales para los viajeros) han de estar a menos de 300 m del centro (+) → (6) – (14)

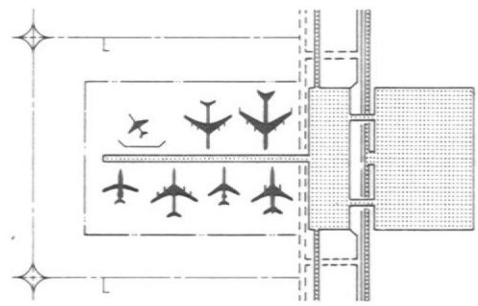
Los siguientes ámbitos funcionales determinan la capacidad de un aeropuerto:

- Sistema de pistas de despegue y aterrizaje (n.° de aviones por unidad de tiempo).
- Campo previo (plazas disponibles de estacionamiento para los aviones).
- Edificio terminal (n.° de pasajeros, maletas y cantidad de carga por unidad de tiempo).

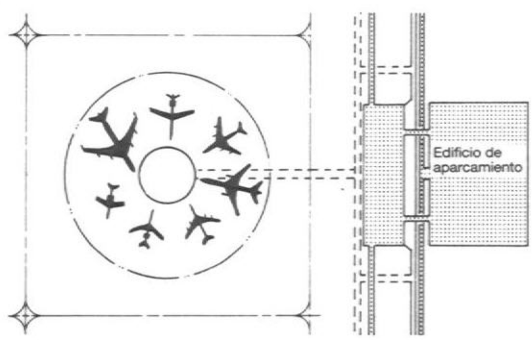
La funcionalidad del sistema de recepción depende de los siguientes parámetros:

- Conexión con los sistemas de tráfico de superficie (plazas de aparcamiento, longitud de los accesos).
- Recepción de los pasajeros (n.° de mostradores de tarjetas de embarque).
- Recepción de equipaje (n.° de mostradores y capacidad de las cintas transportadoras).
- Control de pasaportes, control de seguridad, control antes del embarque (tamaño de las salas de espera, n.° de entradas).

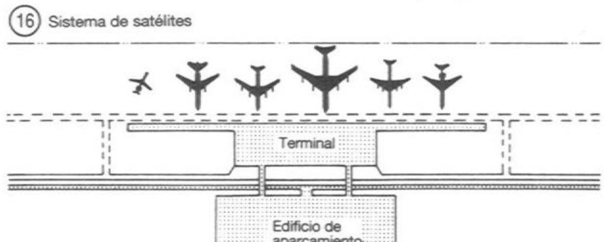
El campo previo une las pistas de rodaje y el sistema de pistas de despegue y aterrizaje con la terminal.
Con la palabra campo previo se designa la zona de estacionamiento de los aviones, las calles para el tráfico de los vehículos de servicio y la superficie para aparcarlos.
El campo previo está funcionalmente vinculado a la terminal y debería diseñarse junto con ésta.



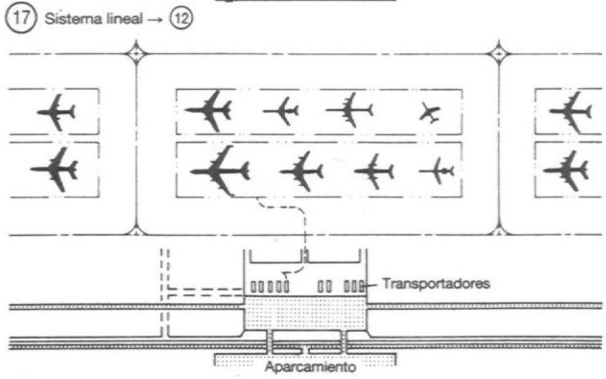
(15) Sistema de muelles



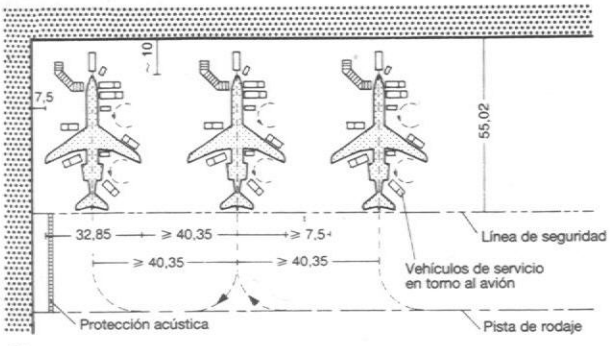
(16) Sistema de satélites



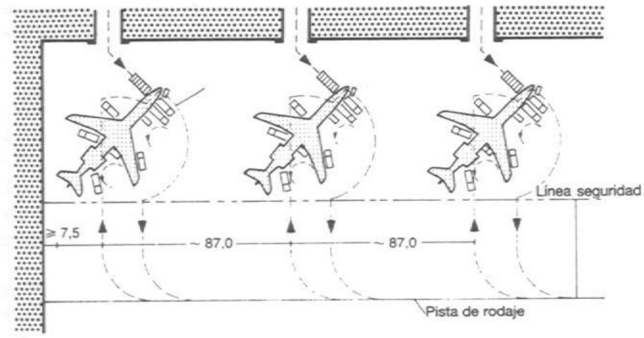
(17) Sistema lineal → (12)



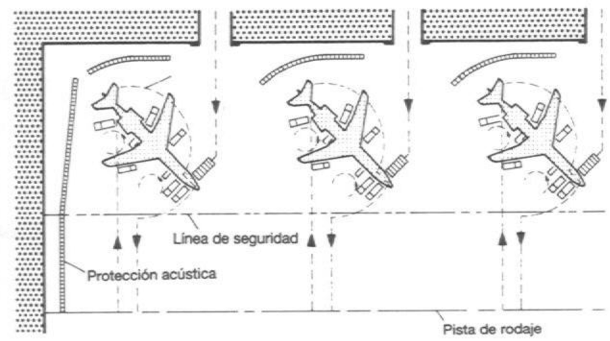
(18) Sistema mediante transporte



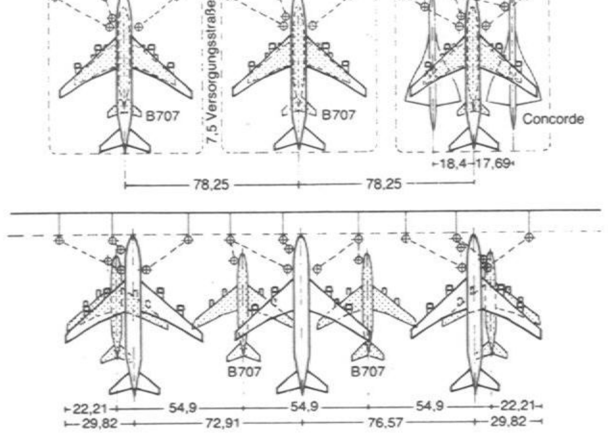
(1) Estacionamiento *nose–in*



(2) Estacionamiento *nose–in* en ángulo



(3) Estacionamiento *nose–out* en ángulo



(4) Estacionamiento típico de aviones

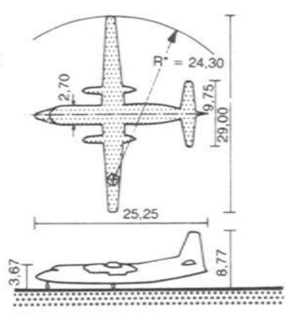
Previsión de tráfico

Al planificar un aeropuerto deberían considerarse las siguientes estadísticas de tráfico:

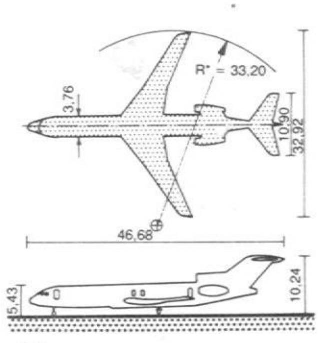
— Movimiento de pasajeros, clasificados por: vuelos internacionales/nacionales, llegada/salida, transbordo/tránsito, largos recorridos/cortos recorridos, movimientos promedio/punta.

— Volumen de carga/correo clasificado por: vuelos internacionales/nacionales, importación/exportación/transbordo, proporción de carga estandarizada (contenedores, palets), promedio de los valores máximos de carga transportada en toneladas, unidades o volumen de los envíos.

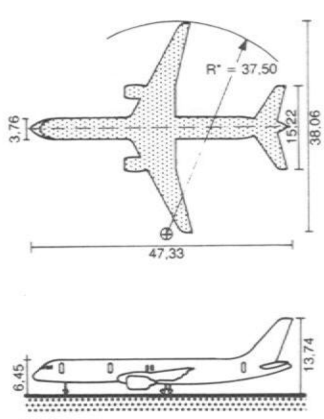
— Movimiento de aviones clasificado por: tipo de avión tráfico–internacional/nacional, aviones de pasaje, carga o mixtos, promedio del número máximo de aterrizajes o despegues.



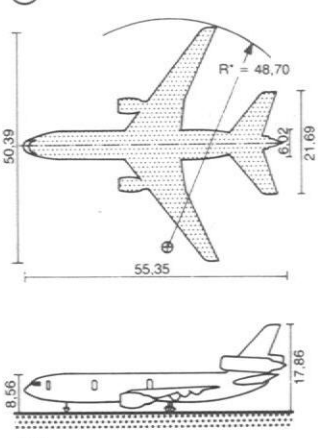
(5) F–50



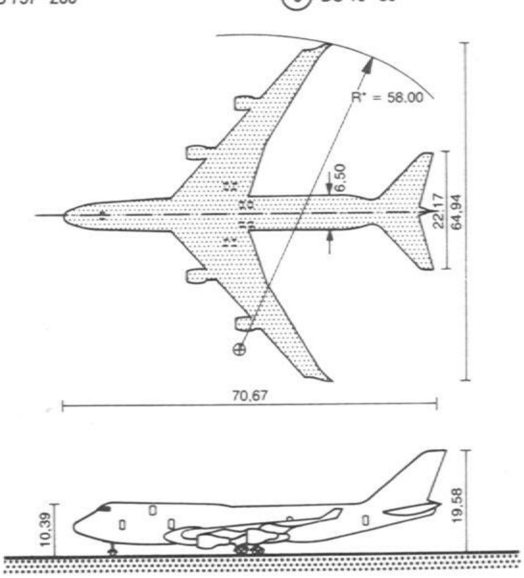
(6) B 727–200



(7) B 757–200



(8) DC 10–30

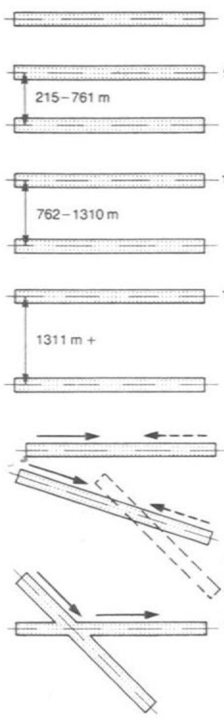


(9) B 747–400

Aeropuertos

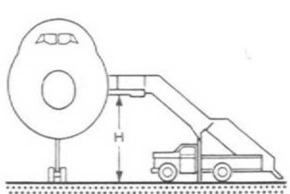
Capacidad horaria

Pistas de despegue y aterrizaje	VFR	IFR	Tráfico anual
	Movimientos/hora		Movimientos
	51–98	50–59	195000–240000
215–761 m	94–197	56–60	260000–355000
762–1310 m	103–197	62–75	275000–365000
1311 m +	103–197	99–119	305000–370000
	73–150 (⟶)	56–60	220000–270000
	73–132 (⟵)	56–60	215000–265000
	72–98	56–60	200000–265000

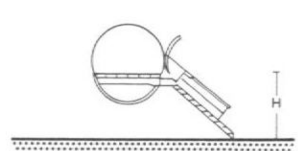


VFR: Condiciones de vuelo visual
IFR: Condiciones de vuelo instrumental

(1) Capacidad de los diferentes sistemas de pistas de despegue y aterrizaje

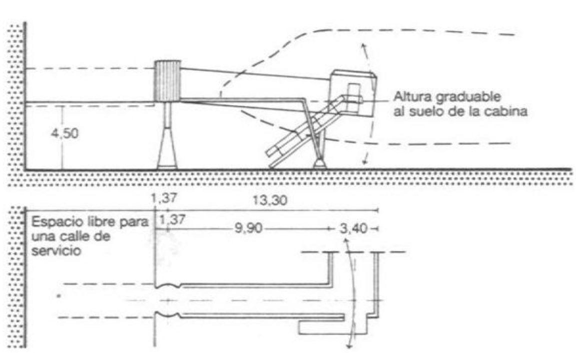


(2) Camión–escalera para pasajeros

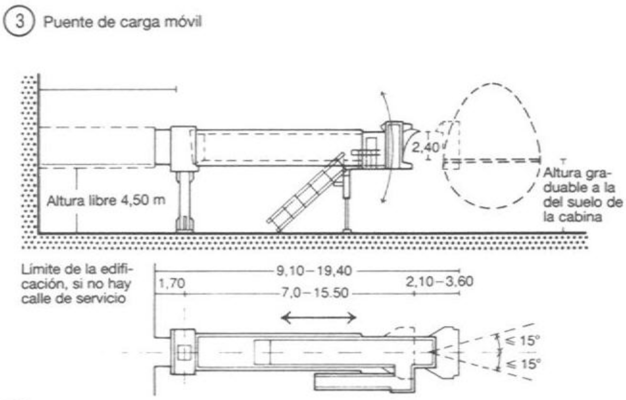


Tipo	F 50	B 727	B 757	DC-10	B 747
H (m)	1,29	2,97	4,01	5,16	5,36

Altura (H) de la escalera integrada en el suelo de la cabina



(3) Puente de carga móvil



(4) Puente de carga telescópico de altura graduable con pie de apoyo

Al proyectar un aeropuerto existen otros parámetros importantes, además de la previsión de tráfico:
— Medio de transporte elegido por los usuarios (coche privado, taxi, transporte público, etc.).
— Media de acompañantes por viajero.
— Promedio de bultos de equipaje por viajero.
— Número de visitantes (sin relación con los viajeros).
— Número de empleados, etc.

Terminal de viajeros

Los edificios para terminales de viajeros se diferencian según la manera de estacionarse los aviones y la conexión con el edificio central. Fundamentalmente hay cuatro sistemas:

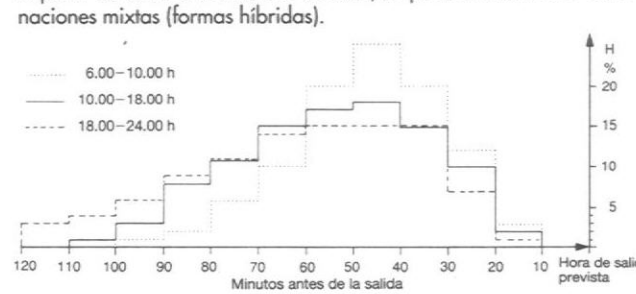
1. Con ramales (*fingers*) (con un edificio central de recepción, → p. 392, ⑥ – ⑪ + ⑮). Los aviones se estacionan a ambos lados del ramal. Entre cada ramal ha de existir una separación suficiente para una o dos pistas de rodaje (posibilidad de llegar y salir simultáneamente).

2. Sistema de satélites (con un edificio central de recepción, → p. 392, ⑭ + ⑯). Delante de la terminal existen uno o varios edificios, rodeados cada uno de ellos por aviones estacionados. La conexión al edificio central suele ser subterránea.

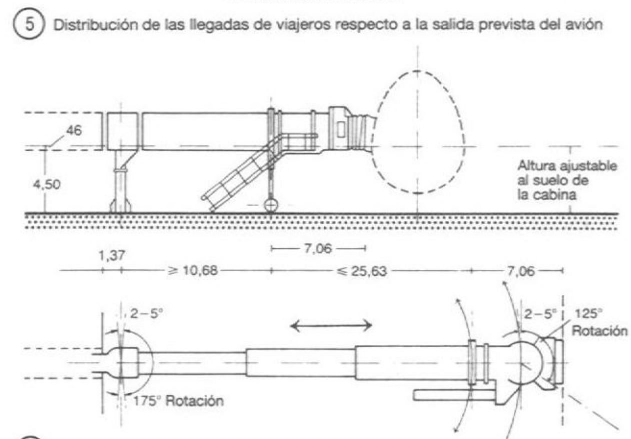
3. Sistema lineal → p. 392 ⑫ + ⑰. Los aviones se estacionan a lo largo del edificio, en perpendicular (*nose–in, nose–out*), en paralelo o en diagonal. El tipo de estacionamiento influye considerablemente en la longitud de la terminal.

4. Sistema mediante transporte → p. 392 ⑬ + ⑱. Los aviones se estacionan a una distancia considerable de la terminal y los pasajeros se trasladan con medios de transporte específicos.

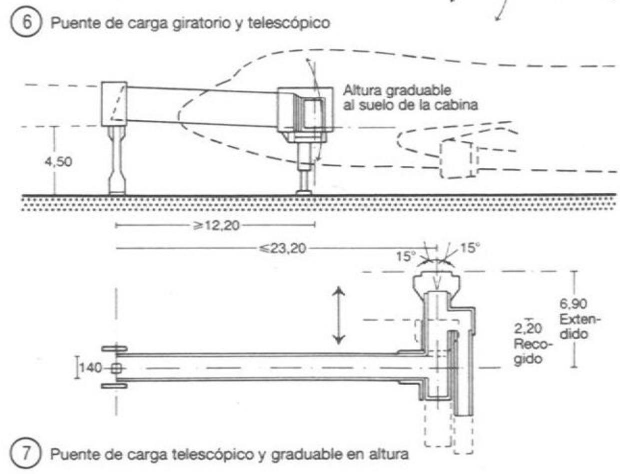
A partir de estas ordenaciones básicas, se pueden desarrollar ordenaciones mixtas (formas híbridas).



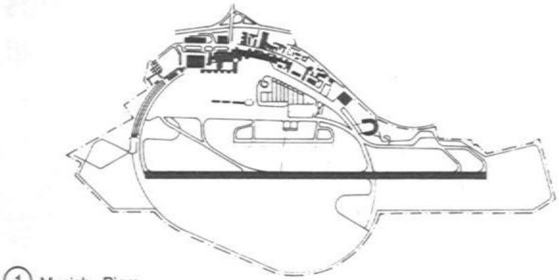
(5) Distribución de las llegadas de viajeros respecto a la salida prevista del avión



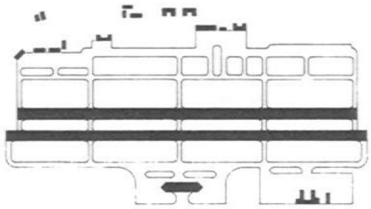
(6) Puente de carga giratorio y telescópico



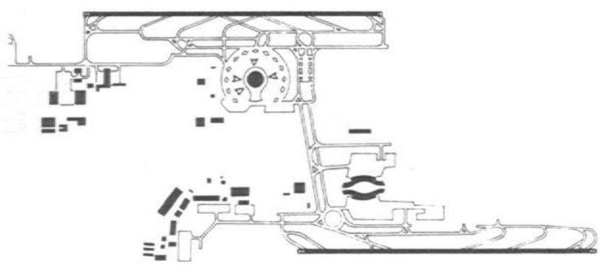
(7) Puente de carga telescópico y graduable en altura



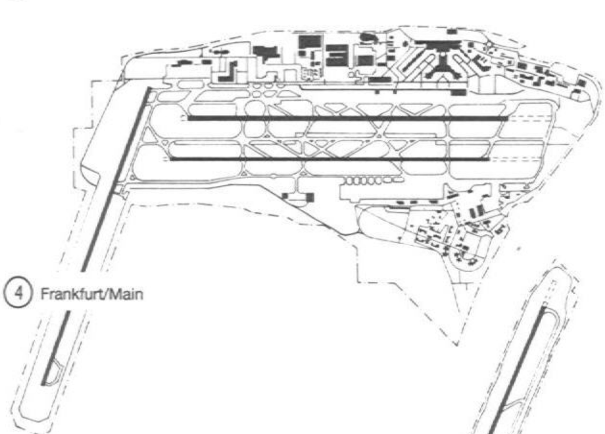
(1) Munich–Riem



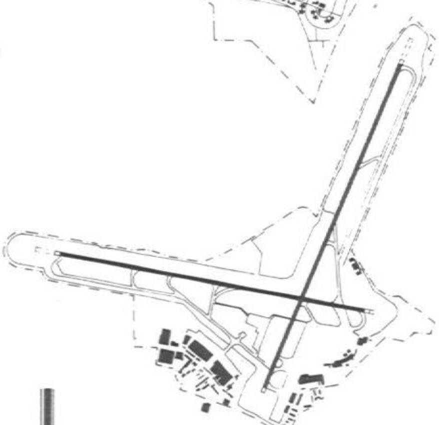
(2) Moscú Sheremetyevo



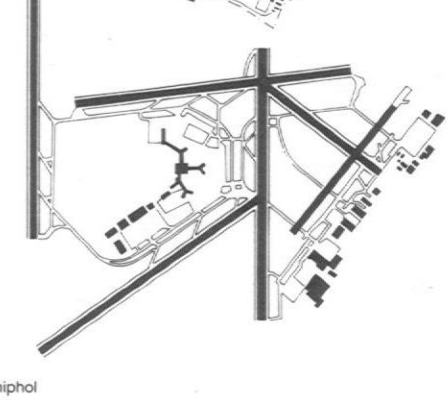
(3) París–Charles de Gaulle



(4) Frankfurt/Main



(5) Hamburgo



(6) Amsterdam–Schiphol

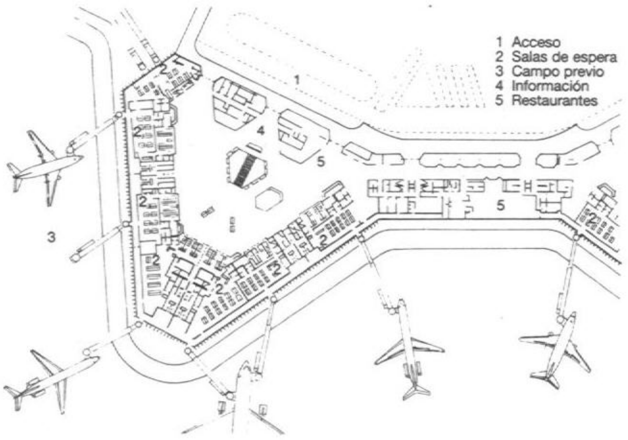
Pistas de despegue y aterrizaje
La orientación, longitud y número de pistas de despegue y aterrizaje depende de muchos factores:
- La orientación depende esencialmente de la distribución de los vientos locales y se ha de intentar conseguir que el aeropuerto sea operativo el 95 % del tiempo (con una componente eólica lateral máxima de 20 Kts.), la existencia de fuertes vientos perpendiculares puede exigir la construcción de una segunda pista → p. 391 (5) + (6).
- La longitud depende del tipo de aviones, de las características climáticas y topográficas locales, como p.e., la temperatura, la presión atmosférica (según la altitud del emplazamiento), pendiente del terreno, etc.
- La ordenación de las pistas depende del volumen de tráfico; la ordenación en paralelo es la más ventajosa (separación mínima 215 m), si la separación entre ejes es mayor a 1310 m es posible efectuar despegues y aterrizajes simultáneos, alcanzando así la mayor capacidad → p. 394 (1).

El sistema de pistas de rodaje de un aeropuerto se ha de diseñar de manera que al aterrizar se puedan abandonar lo más rápidamente posible (¡calles rápidas de rodaje!) y llegar por el camino más corto a la zona de estacionamiento. En aeropuertos con una densidad de tráfico especialmente elevada la construcción de vías de adelantamiento o pistas de rodaje de *by–pass* (circunvalación) pueden contribuir a aumentar la capacidad.

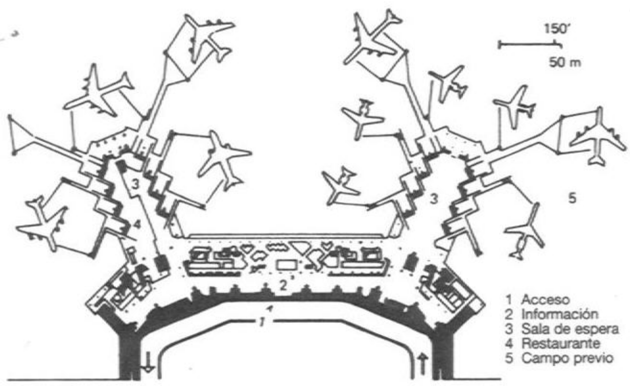
Estacionamiento de los aviones
Ordenación en perpendicular *(nose–in)* → p. 393 (1).
Ventaja: ocupa menos espacio, pocos problemas con el escape de humos para el personal, utillaje y edificios; despacho rápido de los aviones, ya que el utillaje necesario se puede preparar antes de la llegada; conexión más sencilla a los puentes para viajeros.
Desventaja: remolcar los aviones al salir exige personal especializado y necesita más tiempo.
Taxi–in/Taxi–out
Nose–in en diagonal → p. 393 (2) y *nose–out* en diagonal → p. 393 (3).
Ventaja no es necesario remolcar a los aviones.
Desventaja: ocupa más espacio, genera molestias acústicas y de polución por los gases de escape al salir directamente en dirección a la terminal, por ello se han de colocar dispositivos adecuados de protección.
Ordenación en paralelo
Ventaja: mayor facilidad de maniobra al llegar y salir, no se necesitan remolcadores.
Desventaja: ocupa mucho espacio; limitaciones de utilización de los puestos vecinos al llegar o salir.

Calles de servicio y aparcamiento de utillaje
La delimitación y el dimensionado de las calles de servicio en el campo previo es de gran importancia para la seguridad y eficacia de un aeropuerto. Las calles de servicio permiten la conexión directa y segura entre el campo previo y las demás zonas de servicio del aeropuerto, minimizando los cruces con los aviones en movimiento y las restantes funciones. Las calles de servicio pueden construirse delante o detrás de las plazas de estacionamiento de los aviones, en ordenación *nose–in*; o en los extremos de la superficie de estacionamiento en las ordenaciones en paralelo → p. 393 (4).
Si las calles de servicio han de pasar bajo los puentes para pasajeros, se necesita una altura libre de paso por lo general superior a 4,50 m → p. 393 (3) – (7). Debido a la creciente mecanización y utilización de contenedores en el tráfico aéreo se ha de reservar suficiente espacio para la circulación y estacionamiento de los vehículos de servicio.

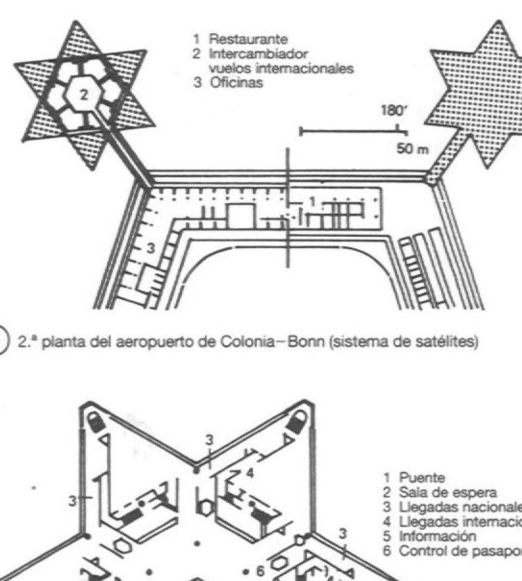
Las terminales para viajeros sirven en general de tránsito entre un medio de transporte terrestre (autobús, coche, taxi, etc.) y los aviones. El diseño de cada uno de sus ámbitos funcionales ha de estar encaminado a garantizar una circulación rápida, cómoda y lo más corta posible a los pasajeros con su equipaje; la adaptación a un mayor número de pasajeros ha de ser posible sin demasiadas complicaciones. Se ha de prestar especial atención para minimizar los recorridos de los pasajeros: las distancias entre los principales ámbitos funcionales (p.e., entre el aparcamiento y la entrega o recogida del equipaje) no deberían ser superiores a 300 m.



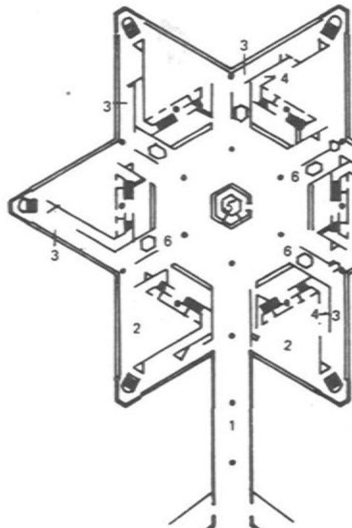
(1) Aeropuerto de Hannover (sistema descentralizado). Planta parcial de zona salidas



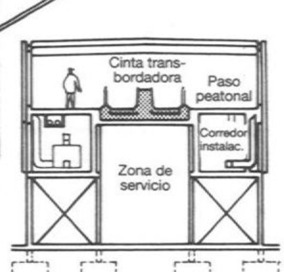
(2) Planta superior (salidas) Orly–Ouest



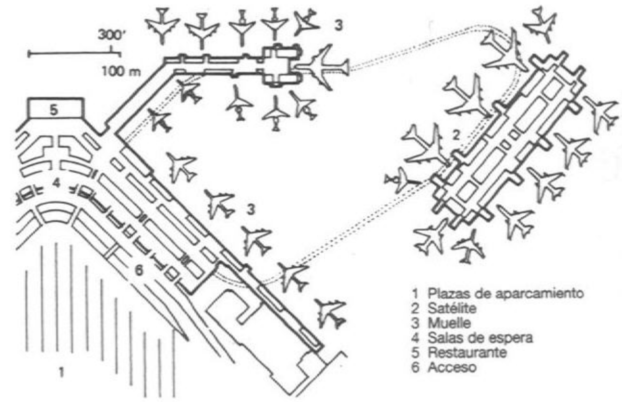
(3) 2.ª planta del aeropuerto de Colonia–Bonn (sistema de satélites)



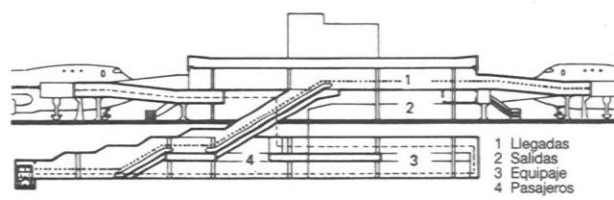
(4) Planta de los satélites de (3)



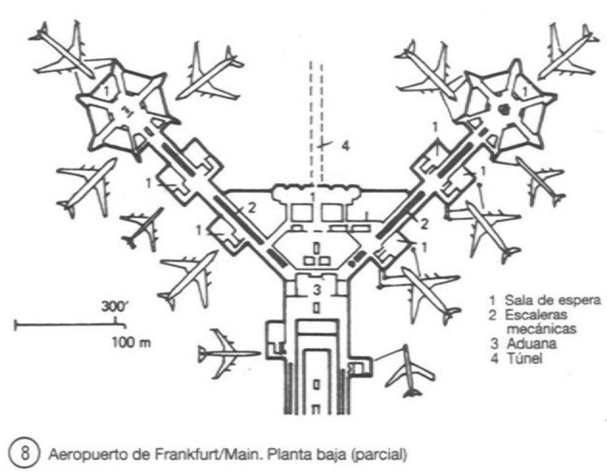
(5) Pasillo de conexión



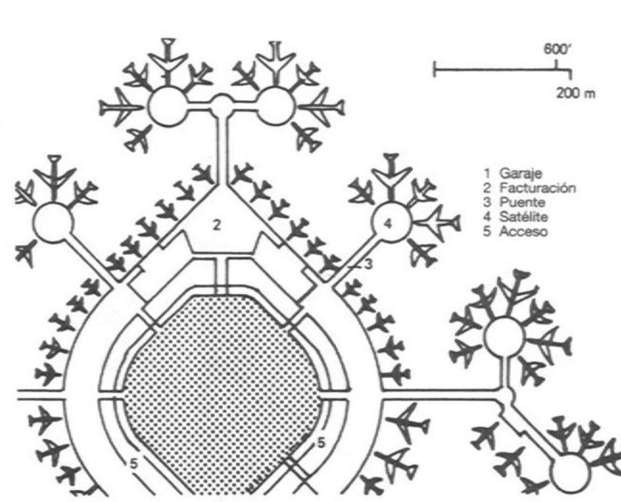
(6) Aeropuerto de Seattle–Tacoma (combinación de los sistemas con muelles y satélites)



(7) Sección por el satélite → (6)



(8) Aeropuerto de Frankfurt/Main. Planta baja (parcial)



(9) Aeropuerto de San Francisco (zona de salidas)

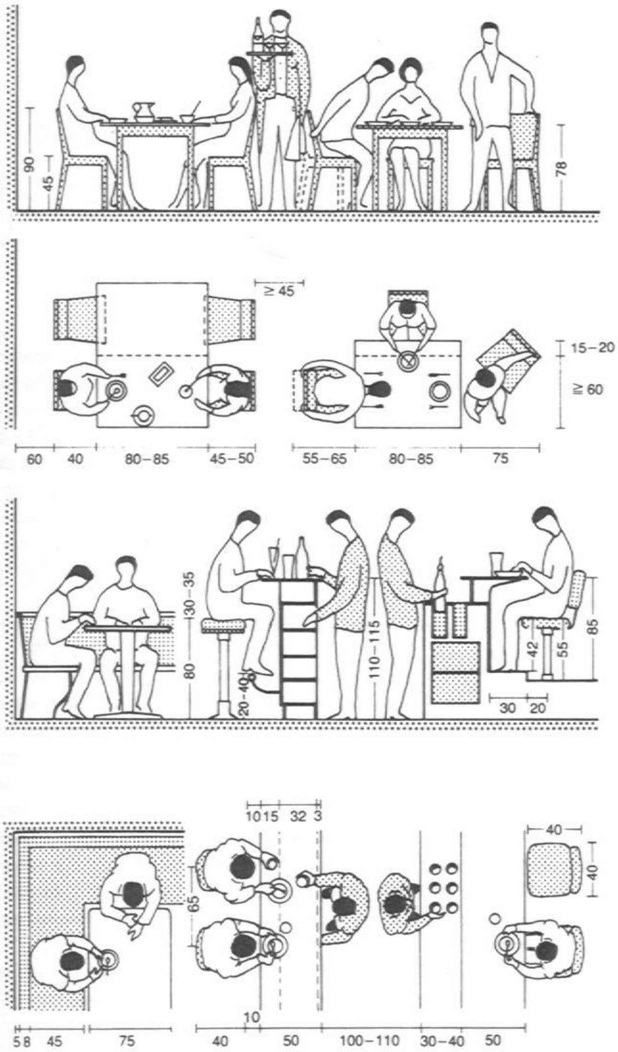
RESTAURANTES

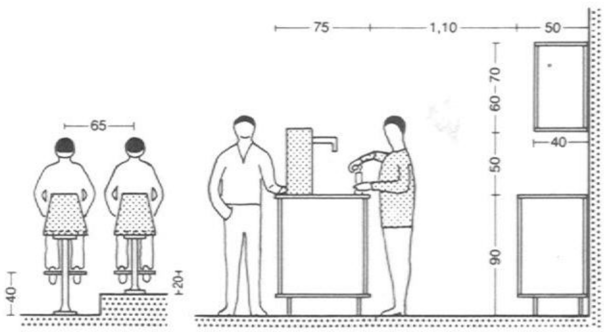
→ p. 216–217

Una persona necesita una superficie de mesa de unos 60 cm de anchura y 40 cm de profundidad para poder comer con comodidad → ② – ④. Con estas medidas queda suficiente espacio entre los comensales. En el centro de la mesa se necesita una franja de 20 cm de anchura para las diferentes fuentes, bandejas y soperas, por lo que la anchura mínima adecuada para una mesa de comer es de 80 a 85 cm.

Las mesas redondas, octagonales o hexagonales con un diámetro de 90 a 120 cm son idóneas para 4 personas y pueden acoger también a uno o dos comensales más.

Separación entre mesa y pared ≧ 75 cm → ①, pues la silla ya ocupa 50 cm. Si el espacio entre la mesa y la pared se ha de utilizar también como paso, dicha separación debería ser ≧ 100 cm.



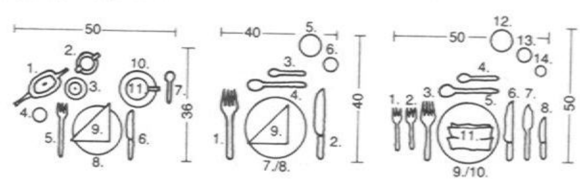


① Espacio necesario para los comensales y el servicio

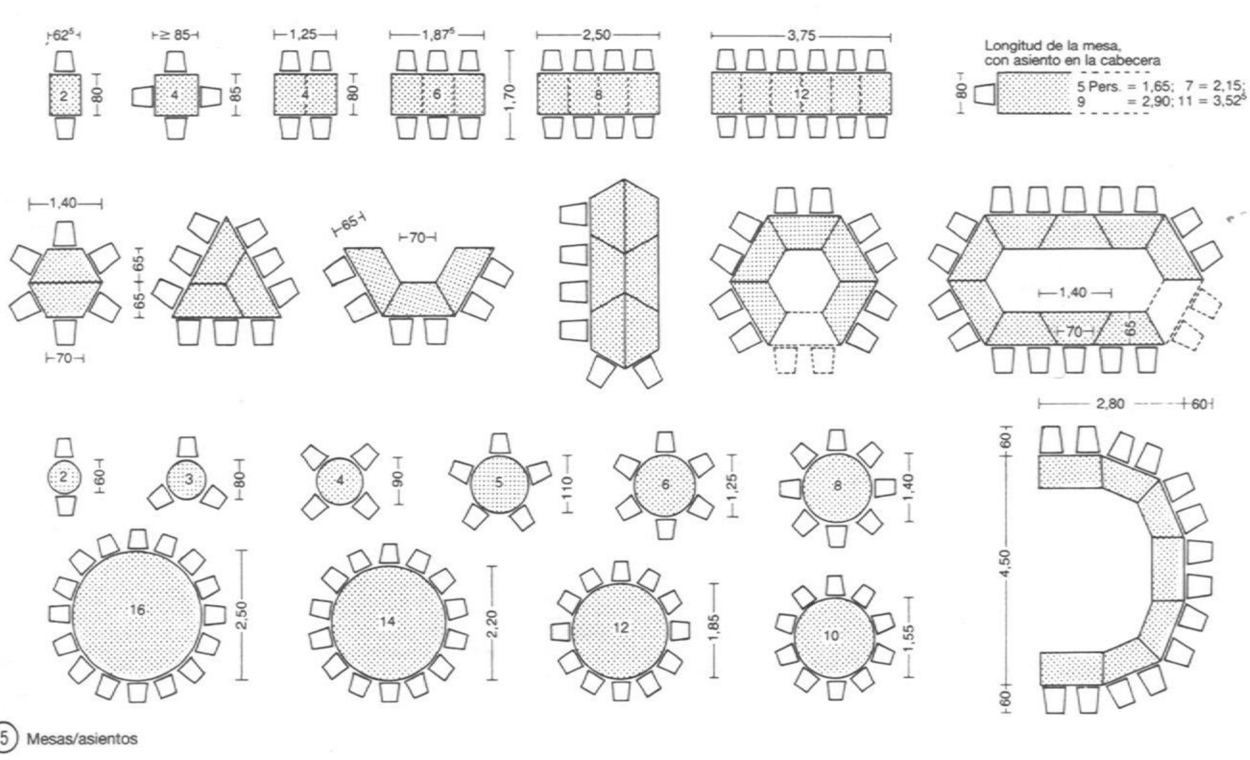
② **Servicio de desayuno.** 1: tetera o cafetera; 2: jarro de leche; 3: bote de mermelada o mantequilla; 4: azucarero; 5: tenedor de postre; 6: cuchillo de postre; 7: cuchara de café; 8: plato de postre; 9: servilleta; 10: plato de taza; 11: taza de café o té.

③ **Servicio de comer sencillo.** 1: tenedor; 2: cuchillo; 3: cuchara de postre: 4: cuchara; 5: copa de cerveza o agua; 6: copa de vino; 7: plato sopero; 8: plato plano; 9: servilleta.

④ **Servicio de banquete.** 1: tenedor de postre; 2: tenedor de pescado; 3: tenedor; 4: cuchara de postre; 5: cuchara; 6: cuchillo; 7: cuchillo de pescado; 8: cuchillo de postre; 9: plato sopero; 10: plato plano; 11: servilleta; 12: copa de cerveza o agua; 13: copa de vino tinto o blanco; 14: copa de licor.

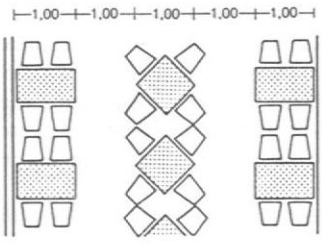


② Desayuno ③ Comida ④ Banquete

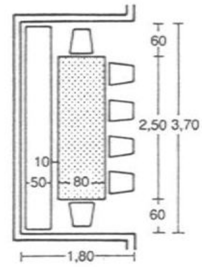


⑤ Mesas/asientos

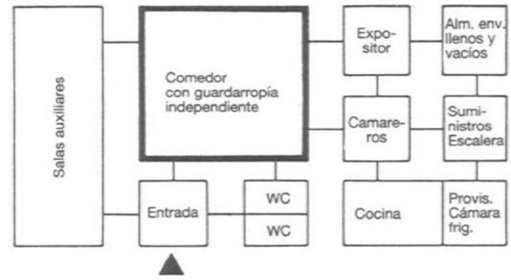
Restaurantes



(1) Medidas mínimas



(2) En nichos



(8) Esquema funcional de un pequeño restaurante

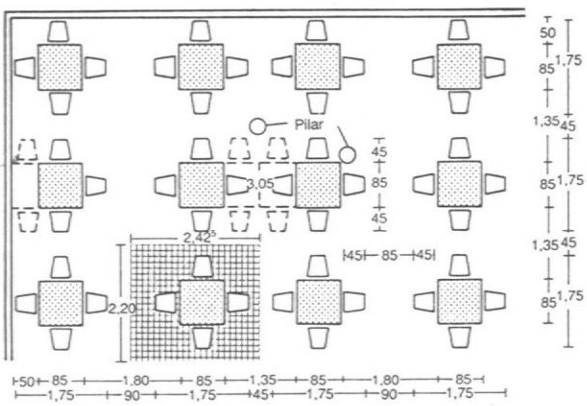
Antes de proyectar un restaurante se ha de estudiar cuidadosamente con el propietario la organización del local. En particular se ha de precisar: qué oferta, calidad y cantidad de alimentos se va a ofrecer, qué sistema de servicio se va a elegir. Si se van a servir menús fijos o a la carta, si será self–service o habrá camareros. Para el diseño es importante saber a qué público se dirige el establecimiento y qué cantidad de personas se piensa atender. Es preciso colaborar con especialistas en la planificación de cocinas, instalación de cámaras frigoríficas, instaladores de electricidad, aire acondicionado, calefacción y fontanería.

Del entorno dependerá la imagen exterior que se quiera dar al restaurante.

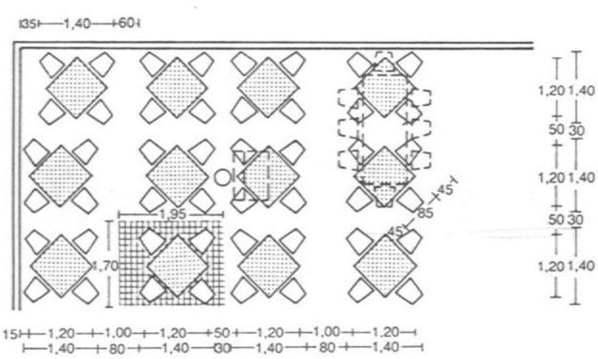
La sala principal de un restaurante es el comedor, la decoración irá en función del tipo de establecimiento. Una parte de las sillas y mesas debería poder moverse para cambiar su agrupación en determinadas ocasiones. Prever una mesa reservada en un lugar adecuado. Las salas de banquetes o convenciones y habitaciones auxiliares se han de amueblar siempre de manera que pueda variarse su colocación. Para los comensales con prisa es conveniente disponer una barra rápida con asientos fijos. Los grandes comedores se han de estructurar en varios ámbitos. En torno al comedor se agrupan las salas auxiliares, la cocina, los lavabos y los cuartos de instalaciones, que también se pueden alojar en el sótano → (8).

Los pilares pueden situarse en el centro de un grupo de mesas o en las esquinas de las mesas → (3). Altura libre de los comedores con una superficie ≧ 50 m^2: 2,50 m, más de 50 m^2: 2,75 m, más de 100 m^2: ≧ 3,00 m; encima o debajo de galerías: ≧ 2,50 m.

Lavabos en restaurantes y bares: en cervecerías se considera un porcentaje del 75 % de hombres y un 25 % de mujeres; en salas de baile 50 % de hombres y 50 % de mujeres → (10).



(3) Disposición de las mesas en paralelo



(4) Disposición de las mesas en diagonal

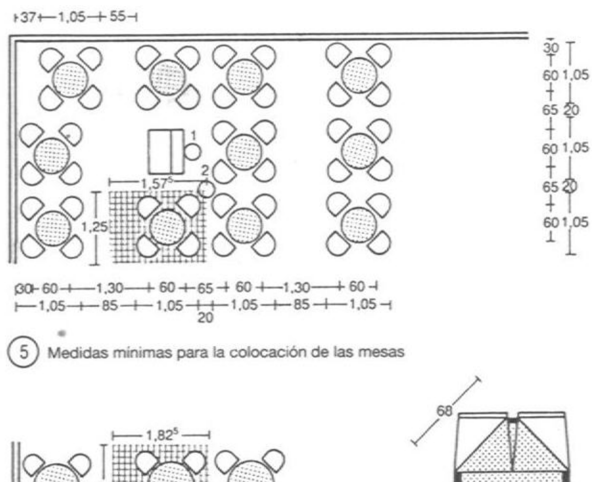
Sup. comedor	Anchura útil
≦ 100 m^2	≧ 1,10 m
≦ 250 m^2	≧ 1,30 m
≦ 500 m^2	≧ 1,65 m
≦ 1000 m^2	≧ 1,80 m
Más de 1000 m^2 ≧ 2,10 m	

(9) Anchura útil de las escaleras

N.° de comensales	Lavamanos Cab.	Lavamanos Señoras	Urinarios	Canal. ml
	1	1	2	2
≦ 50	2	2	3	3
≦ 50–200	3	4	6	4
≦ 200–400				
≦ 400	– Cálc. específico en cada caso			

(10) Lavabos

Recorridos de emergencia de 1 m de ancho para cada 150 personas. Dimensiones mínimas: en pasos en el interior del comedor: 0,80 m; puertas: 0,90 m, pasillos y recorridos de emergencia: 1,0 m → (9). Escaleras hacia aseos, lavandería, salas del personal: ancho libre de paso ≧ 1,10 m. Altura libre ≧ 2,10 m. Superficie de ventanas: ≧1/10 de la superficie de la habitación o del comedor.



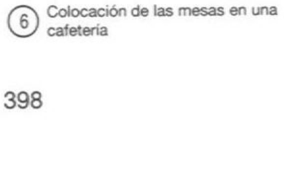
(5) Medidas mínimas para la colocación de las mesas

Tipo	Ocup. del puesto por comida	Sup. de cocina en m^2/ por cubierto	Sup. del comedor en m^2/ por asiento
Restaurante de lujo	1	0,7	1,8–2,0
Restaurante con elevado n.° de turnos, p.e.: grandes almacenes	2–3	0,5–0,6	1,4–1,6
Restaurante normal	1,5	0,4–0,5	1,6–1,8
Fondas Pensiones	1	0,3–0,4	1,6–1,8
Para almacenes, dependencias para el personal, etc., se cuenta un suplemento de aprox. 80 % N.° cubiertos = n.° de asientos × n.° de turnos.			

(11) Superficie necesaria

Mesas	Asientos	Con camarero m^2/asien.	Autoservicio m^2/asiento
Mesa cuadrada	4	1,25	1,25
Mesa rectang.	4	1,10	1,20
Mesa rectang.	6	1,05	1,10
Mesa rectang.	8	1,05	1,05

(12) Superficie de los comedores en total: entre 1,4 m^2 y 1,6 m^2/asiento



(6) Colocación de las mesas en una cafetería



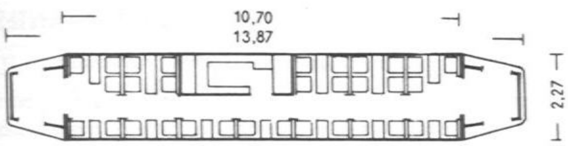
(7) Mesa Zuntz

Pasillos principales	Al menos 2,00 m ancho
Pasillos intermedios	Al menos 0,90 m ancho
Pasillos auxiliares	Al menos 1,20 m ancho

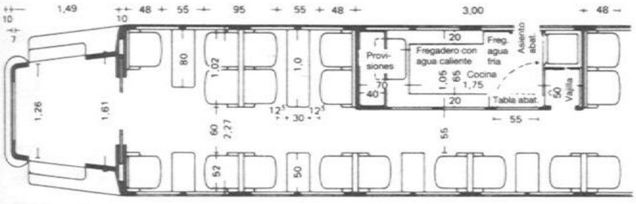
(13) Anchura de los pasillos

RESTAURANTES
EN TRENES

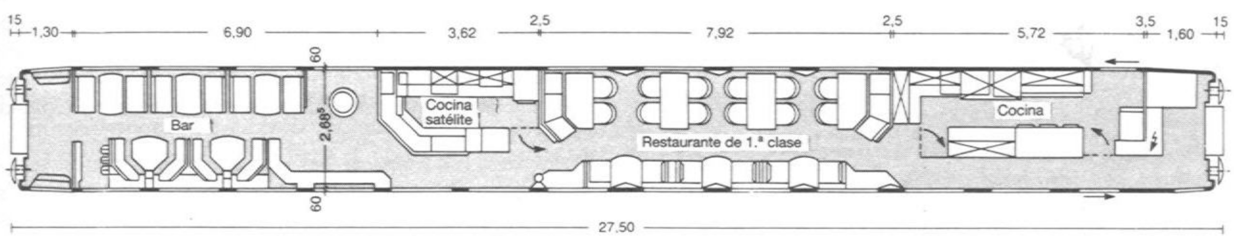
El espacio disponible para poder comer en los trenes de cercanías es mínimo → (1) y (2) respecto a los vagones–restaurante de los trenes de largo recorrido. Las medidas de los vagones–restaurante se han desarrollado sistemáticamente a partir de la experiencia adquirida durante muchas décadas. La actual cocina de los vagones–restaurante es un ejemplo modélico de un aprovechamiento óptimo del espacio, también en lo que se refiere a la anchura de puertas y pasos. Las neveras son especialmente grandes → (8).
Toda la vajilla se ha de poder lavar en la cocina entre dos comidas. El funcionamiento de los vagones–restaurante es más sencillo, ya que el número de usuarios queda limitado a la oferta de plazas existente → (3) – (4).



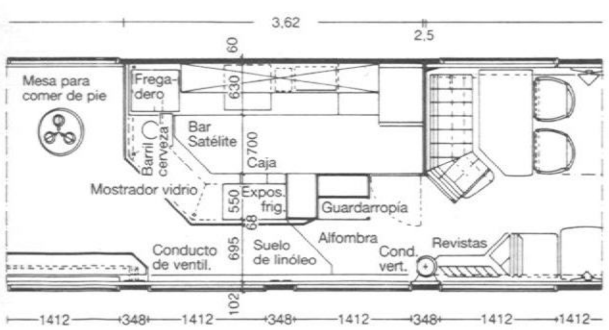
(1) Restaurante en un vagón de cercanías de la Compañía Renana de Ferrocarriles. E 1:200



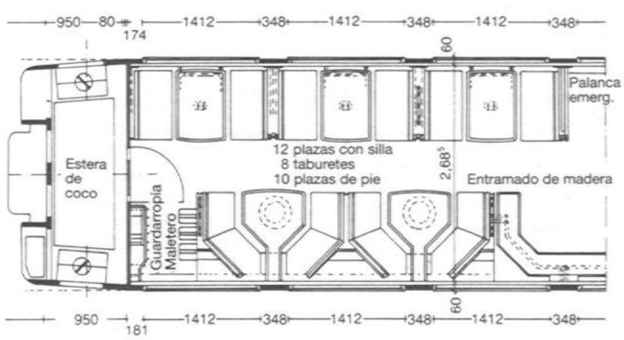
(2) Detalle de (1). E 1:50 (las mesas de comer son la mitad de anchas que las de los vagones–restaurante. Falta un bufet independiente. La cocina se encuentra casi en el centro del vagón, por ser el lugar con mejor amortiguación)



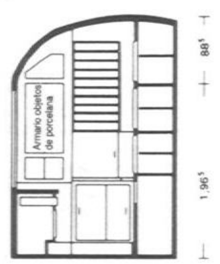
(3) Planta de un vagón restaurante de la Compañía Alemana de Ferrocarriles (Vagón Quick–Pick)



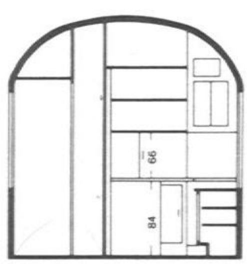
(4) Planta, detalle de la «cocina satélite» → (3)



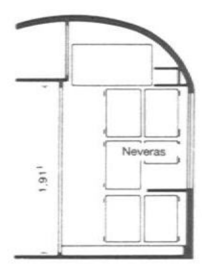
(5) Planta, detalle del bar → (3)



(6) Sección del bufet



(7) Sección de la cocina

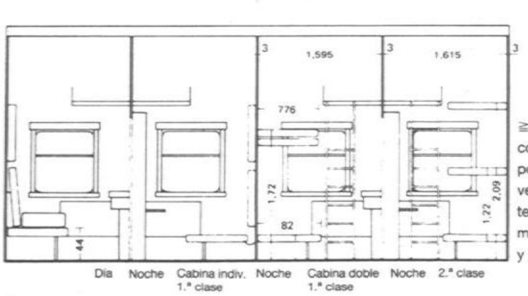


(8) Sección de la zona de neveras



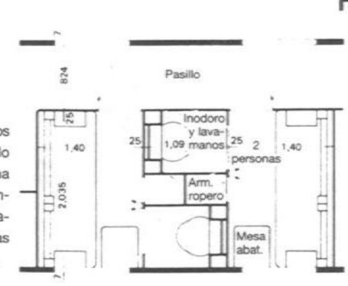
(9) Sección del vagón–restaurante

HOTELES VOLANTES

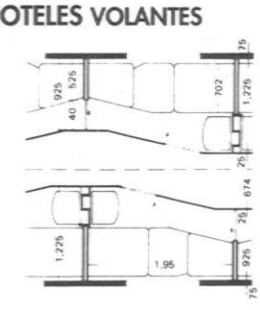


≧ dimensiones de los coche–cama, sólo posible si hay una ventilación constante. Ejemplar para camarotes en cabañas y similares → (10).

(10) Sección longitudinal



(11) Cabina doble



(12) Cabina especial «Komet» con posibilidad de dormir en paralelo al sentido de marcha

COCINAS DE RESTAURANTES

por el profesor Dr. Ing. Fuhrmann → 📖

Snackbar → ①, bar, cafetería, restaurante, capacidad para 55 a 60 plazas sentadas (5 a 6 turnos de comidas a mediodía, 2 turnos por la noche). El resto del tiempo servicio de cafés, pasteles y bebidas. Cocina: se trabaja sobre todo con alimentos preparados. Almacén de medidas reducidas, sobre todo si el suministro es diario.

Café–restaurante → ② con salón de té. Establecimiento urbano en un lugar con elevada afluencia de personas.

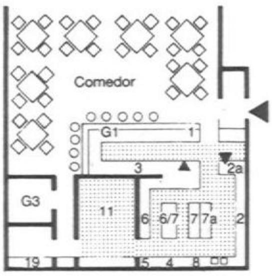
Café: refrescos, cerveza embotellada, licores, etc., pastelería y bocadillos calientes y fríos.

Salón de té: bebidas sin alcohol, pastelería, sandwiches. Capacidad para aprox. 150 plazas sentadas, funcionamiento ininterrumpido de 6.30 a 24.00 horas. Cocina: manipulación sobre todo de alimentos preparados, almacén reducido.

Cocinas de restaurantes de grandes hoteles → ③ también para grandes restaurantes con salas auxiliares, expedición de platos para el exterior o producción para otros establecimientos. Capacidad: 800 a 1000 personas. Pasillo para camareros: en el centro con salida especial al jardín, pista de bolos, etc., y acceso directo a las salas auxiliares. Cocina: celular con un frente para grandes aparatos.

Restaurante con barra de bar y expendedores automáticos → ④. Para dar de comer rápidamente a trabajadores en restaurantes de comida rápida, cantinas, grandes almacenes y áreas de servicio de autopistas. Capacidad: 500 personas/hora. Cocina: manipulación exclusivamente de alimentos preparados, excepto ensaladas y helados.

Restaurante auto–servicio → ⑤ adecuado para grandes almacenes o en conexión con edificios de oficinas. Cocina: sin producción propia, suministro exterior y conservación en congeladores.



1 Entrega de alimentos y bebidas
2 Lavaplatos
2a Devolución de platos y cubiertos
3 Aparador de bebidas con mezclador, tostadora, etc.
4 Horno y pequeño puesto de pastelería
5 Mantenimiento de los platos preparados
6 Salsas y asados
Fogones
7 Cocinado de alimentos
7a Marmita y olla a presión
8 Lavado de ollas y sartenes
11 Almacén, envases vacíos, oficina; en vez de cámaras frigoríficas, neveras y congeladores (gastro–norm)
19 Aseos para el personal
G1 Barra de bar, también para alimentos
G3 Lavabos para clientes/tocador

① Snackbar



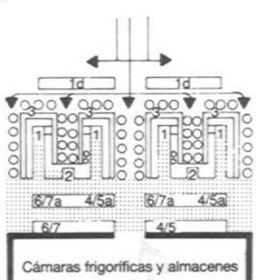
1 Pasillo para camareros
1a Autoservicio y caja
2 Lavado, máquina lavar
3 Aparador de bebidas, mezclador, tostadora, cubitera de hielo, etc.
4 Pastelería
4a Horno de pastelería
5 Unidad de bocadillos
6 Aparato para descongelar y recalentar
Gran fuente sopera
7 Cocinado de alimentos
8 Lavado de ollas y sartenes
11 Entrada de servicio
15 Almacén de ropa
17 Recepción de género
17a Almacén de provisiones diarias, así como envases (material apilable en el sótano)
19 Lavabos y guardarropía personal (guardarropía y vestuarios para el personal de cocina puede ser en el sótano)
G1 Lavabos
G2 Cabina telefónica

② Café–restaurante



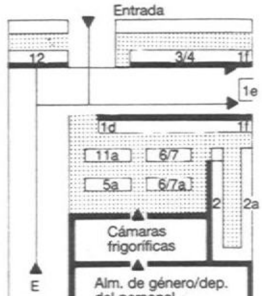
1 Pasillo para camareros
1a Entrega de alimentos y bebidas al jardín
2 Zona de lavado de la vajilla
3 Entrega de bebidas
3a Cámara frigorífica para bebidas (bodega de día)
4 Pastelería
5 Cocina fría
6 Cocina caliente–zona de salsas y asados
6/7 Mesa con armario calientaplatos
7 Cocinado de alimentos
8 Lavado de ollas y sartenes
9 Preparación de verduras
10 Preparación de carnes
11a Acceso al suministro de género, almacén de embalajes y almacén intermedio, oficina, guardarropía y lavabos para el personal.
S Accesorios y caja

③ Cocina de restaurante de un gran hotel



1 Pasillo de servicio para una barra de bar en forma de U
1d Expendedores automáticos de autoservicio
2 Unión entre dos brazos de barra con lavaplatos accesible desde ambos lados, con dos fregaderos
3 Máquina de café, neveras, olla sopera
4/5 Preparación de ensaladas y alimentos
4/5a Entrega de alimentos fríos: ensaladas, helados, postres
6/7 Horno de pan y otros aparatos de cocción
6/7a Entrega de alimentos calientes: freidora, planchas de grill, etc.

④ Restaurante con barra de bar y expendedores automáticos



1d Aparador de autoservicio con unidad freidora y grill
1e Ensaladeras, especies, cubiertos
1f Caja
2 Lavaplatos
2a Devolución de platos y cubiertos
3/4 Unidad de bocadillos, pasteles, helados, cafés, refrescos, posibilidad de servir directamente a la calle
5a Superficie para preparar platos fríos
6/7 Aparatos de descongelación y recalentamiento, accesibles desde dos lados (planchas convectoras, calefactores para el sistema Macka u horno Régé)
6/7a Mesa para preparar platos calientes
11a Neveras, accesibles desde dos lados
12 Quiosco de venta interior y directamente a la calle
E Entrada

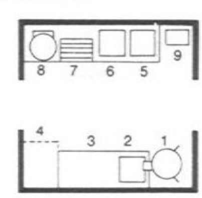
⑤ Restaurante autoservicio



Esquema funcional

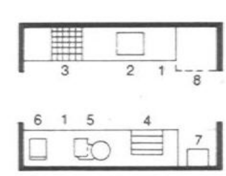


Esquema funcional



1 Aparato de lavado
2 Recipiente de recogida
3 Mesa de limpieza posterior
4 Superficie auxiliar
5 Fregadero
6 Mesa de trabajo con armarios bajos
7 Tabla para cortar (80 × 40 cm)
8 Aparato universal
9 Lavamanos

⑥ Preparación de verduras



1 Mesa de trabajo
2 Cortador universal
3 Congelador
4 Báscula de sobremesa
5 Tabla para cortar (80 × 40 cm)
6 Aparato para amasar y batir
7 Lavamanos
8 Superficie auxiliar

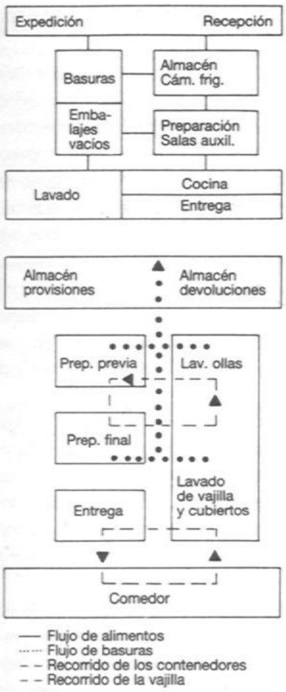
⑦ Preparación de carnes



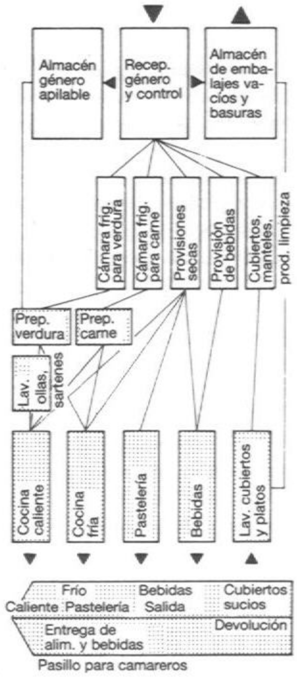
⑧ Cocina de hotel (sistema Franz) Grupo de cocción y asado colocado perpendicularmente a la entrega de alimentos, separación entre zona de producción y acabado



⑨ Cocina de hotel (sistema americano). Grupo de cocción y asado colocado en paralelo a la entrega de alimentos



(1) Cocina de un restaurante. Funciones



(2) Restaurante. Organización

Los bares, snack–bares, pequeños cafés —o restaurantes de especialidades con 40 a 60 plazas— pertenecen a los establecimientos más pequeños. Las unidades de tamaño medio (70 a 100 plazas) requieren, sin embargo, una cocina completamente equipada y cuidadosamente zonificada. Los grandes restaurantes (restaurantes de comida rápida, grandes hoteles, etc.) alcanzan fácilmente un número mayor de plazas y a menudo cuentan con un sector de autoservicio integrado.

Tamaño del establecimiento Plazas	Pequeño hasta 100	Mediano hasta 250	Grande a partir de 250
Recepción de género	0,06–0,08	0,05–0,07	0,04–0,06
Almacén de embalajes vacíos	0,05–0,07	0,05–0,07	0,04–0,06
Basuras/desperdicios	0,04–0,06	0,04–0,06	0,03–0,05
Oficina del jefe de almacén	–	–	0,02–0,03
Suministros/aprovisionamiento	0,15–0,21	0,14–0,20	0,13–0,20
Cámara pre–frigorífica	Armarios	0,03–0,04	0,02–0,04
Cámara frigorífica para la carne	Células	0,05–0,06	0,03–0,05
Cámara frigorífica para prod. lácteos	Sup. aux.	0,03–0,04	0,02–0,03
Cámara frig. para verdura y fruta	–	–	0,03–0,05
Congelador	Armarios	0,04–0,05	0,03–0,04
Otras cámaras frigoríficas	Células		
(Pastelería/cocina fría)	Sup. aux.	0,03–0,04	0,02–0,03
Almacenamiento de género refrigerado	0,04–0,08	0,18–0,23	0,15–0,24
Almacén productos secos/alimentos	0,13–0,15	0,12–0,14	0,10–0,12
Almacén de verduras	0,08–0,10	0,06–0,08	0,04–0,06
Consumo diario	0,04–0,06	0,03–0,04	0,02–0,03
Almacenamiento de género sin refrigerar	0,25–0,31	0,21–0,26	0,16–0,21
Preparación de verdura	0,08–0,10	0,05–0,08	0,04–0,06
Preparación de carne	0,06–0,09	0,04–0,07	0,03–0,05
Cocina caliente	0,26–0,33	0,19–0,24	0,15–0,21
Cocina fría	0,13–0,15	0,09–0,12	0,07–0,11
Pastelería	–	0,07–0,10	0,06–0,09
Lavado de fuentes	0,05–0,08	0,04–0,06	0,03–0,05
Oficina del jefe de cocina	0,03–0,05	0,02–0,03	0,02–0,03
Equipo de cocción	0,60–0,80	0,50–0,70	0,40–0,60
Lavado de cubiertos	0,10–0,12	0,09–0,11	0,08–0,10
Entrega/Mostrador camareros	0,06–0,08	0,08–0,10	0,10–0,15
Lavabos y vestuarios para el personal	0,40–0,50	0,30–0,40	0,28–0,30
= en total	1,60–2,10	1,50–2,00	1,30–1,80

(3) Superficie necesaria para los diferentes ámbitos de una cocina (en m²/plaza)

COCINAS DE RESTAURANTES

DIN 66075 →

La tendencia a sustituir los restaurantes convencionales por locales con una oferta gastronómica de gran calidad no sólo afecta al diseño de los comedores, sino también a la planificación de las cocinas. En este caso juegan un papel importante las cocinas de tamaño pequeño y mediano. La explicación reproducida aquí se dirige en primer lugar a este nuevo tipo de establecimientos.

Sistema Gastronom (DIN 66075)

Las medidas de los contenedores, mesas, estantes, aparatos, vajillas, así como elementos empotrados están basadas en un módulo de 530 × 325 mm.

Función y organización de las cocinas de restaurantes → (1) – (2). Desde el punto de vista de la capacidad, la cocina de un restaurante depende, en primer lugar, del n.° de plazas para comer, de sus exigencias (en cuanto a nivel de calidad de los alimentos), de la proporción de alimentos frescos a manipular (respecto a los alimentos preparados) así como del n.° de turnos a servir o del n.° de comidas (frecuencia de uso).

En los restaurantes de comida rápida se cuenta con tres turnos por hora, en los restaurantes convencionales con 2 turnos. En los restaurantes de especialidades y en los restaurantes de cenas, la estancia del cliente suele ser por término medio de 1 ½ a 2 horas.

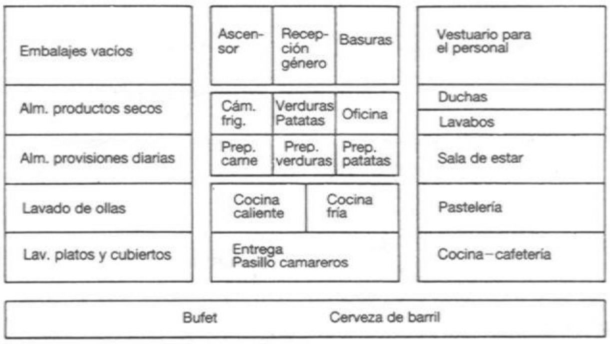
Parte proporcional de la superficie global necesaria → (4).

En la tabla → (3) se pueden establecer las superficies necesarias para cada uno de los ámbitos y unidades funcionales, diferenciadas según el tamaño de la cocina.

La anchura de los pasillos en almacenes, zonas de preparación y de producción depende de si son exclusivamente recorridos de circulación o si se superponen con zonas destinadas a otras actividades. Anchura mínima de los pasillos de trabajo: 0,90–1,20 m, de los pasillos auxiliares de circulación con superposición (parcial) de otras actividades: 1,50–1,80 m y de los pasillos de circulación principal (transporte y cruce de personas en sentido opuesto): 2,10–3,30 m. En las cocinas de restaurantes de tamaño mediano o pequeño basta que los pasillos tengan una anchura comprendida entre 1,00 y 1,50 m.

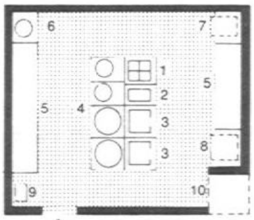
Ámbito	Porcentaje en %
Recepción de género, incluido su control y el almacenamiento de basuras	10
Almacenamiento en cámaras frigoríficas, neveras y congeladores	20
Almacén de provisiones diarias	
Cocina de ensaladas y verduras	2
Cocina fría, postres	8
Pastelería	8
Preparación de carne	2
Cocción	8
Lavado	10
Superficie de circulación	17
Salas para el personal y oficina	15
En total	100

(4) Bases dimensionales y superficie necesaria



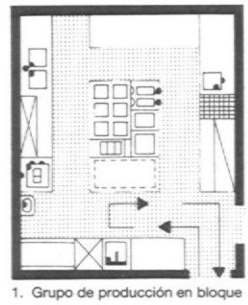
(5) Relaciones funcionales de los ámbitos de una cocina

Restaurantes

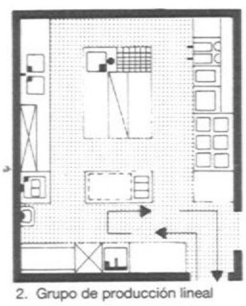


1 Fogones 6 Cacerolas
2 Freidora 7 Horno asar dif. niv.
3 Sartenes 8 Convector
4 Marmita 9 Lavamanos
5 Mesa trabajo 10 Sup. auxiliar

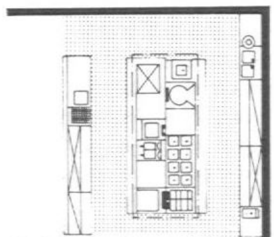
(1) Organización básica de la cocina caliente → (2) – (3)



(2) Cocina para un restaurante de 60 a 100 plazas

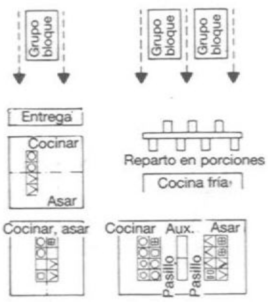


(3) Cocina para un restaurante de 60 a 100 plazas

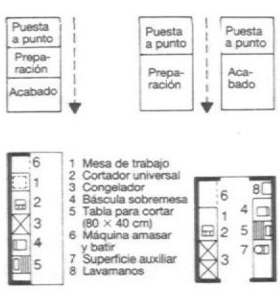


Cocinar: cacerolas, marmita de 80 l, mesa de trabajo, encimera de 8 fogones, 2 hornos para asar, baño maría con armario calentador.
Asar: sartenes, mesa de trabajo, freidora doble, sartén de asado, horno de aire caliente con mesa.

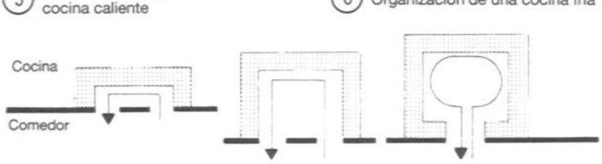
(4) Cocina de restaurante para 150 a 200 comidas



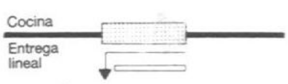
(5) Funciones y organización de una cocina caliente



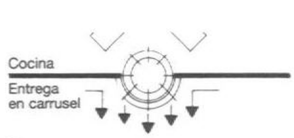
(6) Organización de una cocina fría



(7) Barra, pasillo para camareros



(8) Restaurante autoservicio



(9) Retaurante autoservicio



(10) Bufet libre



(11) Restaurante autoservicio



1 Devolución, mesa de selección; 2 Lavado; 3 Pre-almacenamiento; 4 Pre-lavado; 5 Lavaplatos; 6 Secado; 7 Superficie de almacenamiento

(12) Zona de lavado de cubiertos; solución básica



1 Devolución, mesa de selección; 2 Lavado; 3 Pre-almacenamiento; 4 Pre-lavado; 5 Lavaplatos; 6 Secado; 7 Superficie de almacenamiento

(13) Zona de lavado de cubiertos; solución básica

Cocina caliente. Debido a sus funciones principales de cocinar y asar contiene los siguientes aparatos: fogones (de dos a ocho), campana extractora, marmita, grupos de cocción rápida, aparato automático de cocción, olla de cocción a vapor, olla a presión, horno por convección, baño maría, horno para asar, placas de grill, sartenes, horno de asar por niveles, freidora, salamandra, horno microondas, aparato de descongelar, aparatos automáticos de asar, grandes aparatos automáticos sólo en cocinas muy grandes. Para colocar los principales aparatos en bloque, se puede considerar que se necesitan unos 30 m^2 para 100 a 200 comidas. En instalaciones mayores se necesitan hasta 50 m^2, puede configurarse como bloque doble. Lo mejor es disponer las superficies de trabajo y auxiliares entre los distintos aparatos y al final del bloque → (1) – (5).

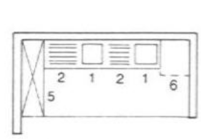
Cocina fría. Lo mejor es adoptar una disposición en paralelo a la cocina caliente en dirección a la entrega (común) y la zona de pan. Equipamiento usual: nevera y/o armario frigorífico, diferentes máquinas para cortar (pan, embutidos, carne, queso) trituradora, báscula, tablas para cortar, ensaladera con armario inferior refrigerado, tostadora o salamandra, horno microondas, suficiente superficie auxiliar y de trabajo → (6).

Entrega de alimentos desde la cocina del restaurante a través de un mostrador o una barra, situadas preferiblemente entre la zona de preparación y el comedor. Suficiente superficie auxiliar, armario calentador con una placa calientaplatos, así como una zona refrigerada para alimentos fríos. Estantes para la cubertería y la vajilla. En los grandes establecimientos también se instalan expendedores de cestos, platos o boles.

Devolución de cubiertos y platos. Fundamentalmente se ha de distinguir entre cubiertos y vajilla. Devolución de los cubiertos con servicio de camareros a través de una zona específica junto al mostrador de entrega → (12) – (15). En elementos individuales junto a fregaderos de uno o dos senos y escurridor; superficies auxiliares y estantes para el secado de ollas. En las cocinas pequeñas evidentemente lavaplatos de capacidad y sistema de lavado diferentes. Elegir la disposición de las superficies auxiliares y mesas de trabajo, prever suficiente espacio para las cuberterías → (12) – (14).

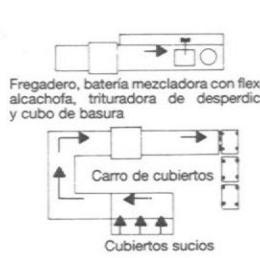
Zona de personal. Aproximadamente se destina entre un 10 y un 15 % de la superficie de una cocina para oficinas y salas para el personal. Para el personal de cocina se necesita: vestuario, duchas y lavabos. Para más de 10 empleados se necesita una sala de estar (normativas laborales). Es importante que estas salas y el vestuario estén cerca de la cocina, para evitar tener que pasar a través de salas o pasillos sin calefacción (mayor riesgo de corriente de aire). Para los vestuarios se ha de destinar una sup. > 6 m^2, con protección visual y ventilación con 4 a 6 cambios de aire por hora. Prever un armario con cerradura y bien ventilado para cada empleado. En los grandes establecimientos prever incluso armarios para guardar por separado la ropa de calle y la ropa de trabajo. Extraer las dimensiones mínimas de las duchas y lavabos y su equipamiento de la normativa laboral. Otras directrices para los lavabos establecen una sup. por unidad (1 inodoro y 1 lavamanos) de 5 a 6 m^2, y para la zona de duchas, cada 5 empleados o empleadas, un lavamanos y una ducha, con una sup. aprox. de 5,5 m^2 por unidad.

Extracción e impulsión de aire. Las grandes cocinas han de estar equipadas, según VDI–directriz 2052 con un sistema de impulsión y extracción mecánica. Extracción de aire en cada lugar de cocción, conducción a través de un sistema canalizado hasta el exterior. Ventilación con aire fresco (sin recirculación de aire).



1 Lavado
2 Mesa de trabajo
3 Fregaplatos
4 Fregaplatos
5 Estantes
6 Superficie auxiliar

(14) Zona de lavado de ollas; solución básica



(15) Funciones y elementos de la zona de lavado

GRANDES COCINAS

→ 🕮

El suministro simultáneo de comida a un número elevado de personas en oficinas, hospitales, fábricas, etc., requiere una mecanización que ahorre trabajo, procesamiento informático de los datos y aparatos automáticos de cocción; la «cocina programada», desde la confección del menú y el suministro de alimentos hasta la distribución de comida y limpieza de la vajilla → (2), para ≧ 800–1000 comensales y distintos menús → 🕮.

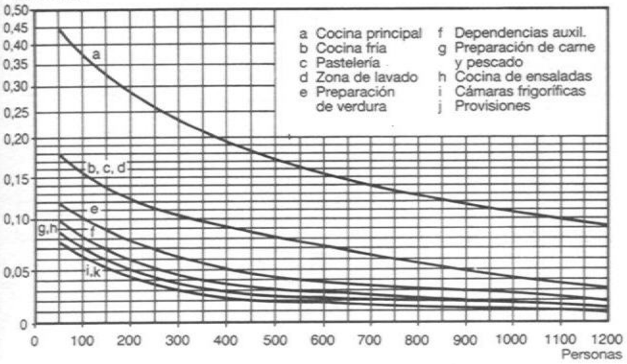
Ventajas: los datos sobre el porcentaje de calorías, valor nutritivo, vitaminas y sales minerales están almacenados y disponibles en el acto; la despensa y el sistema de pedidos se llevan al día. Las máquinas de preparación están en funcionamiento continuo; el proceso de trabajo se regula temporalmente. Transporte con contenedores → (5), contenedores normalizados → (3). Hornos continuos de asado → (6) y aparatos automáticos de cocción → (7). Procedimientos modernos de cocción de patatas y verduras. Método de asado breve con poca grasa, cocción de pescado al baño maría, asado y rustido en corrientes de aire caliente. Los aparatos automáticos se disponen a lo largo de un sistema fluido desde el suministro de género hasta el reparto de comidas → (4). Energía eléctrica o a gas.

Sistema de distribución de comidas en hospitales, asilos, comedores universitarios, cantinas de empresa → (4) + (8) + (9).

La limpieza de la vajilla se efectúa de forma completamente automática a través de máquinas de clasificación y vaciado, extracción independiente de cubiertos, fuentes y tazas. Sistema de lavado y secado en función del tipo de vajilla, retirada automática de los carros de bandejas.

Transporte de los cubiertos utilizados hasta la zona de lavado a través de una cinta transportadora → (9).

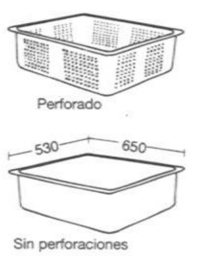
Mesas de preparación y barra de entrega de comida con calentamiento eléctrico o a vapor. Temperatura en la superficie: 60 °C.



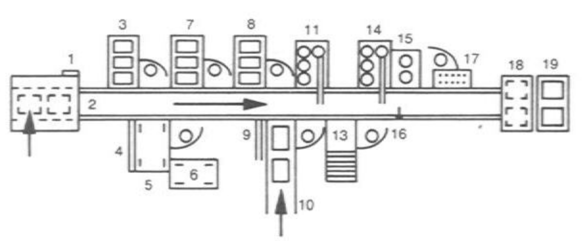
(1) Superficie necesaria para las cocinas y dependencias auxiliares en restaurantes y hoteles.
a–k: superficie necesaria por persona en cada espacio, en m²



(2) Esquema funcional de una cocina programada

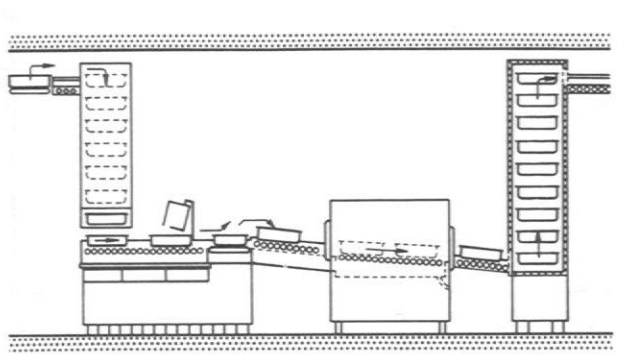


(3) Recipientes de transporte y cocción

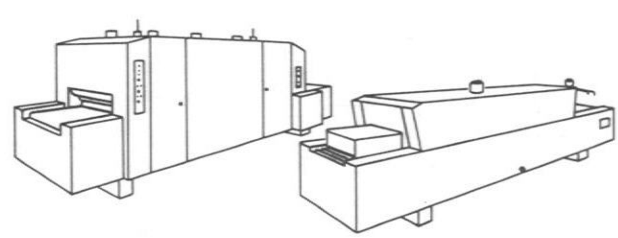


1 Expendedor automático de piezas de vajilla, apiladora de bandejas, programador, placa calentadora (de platos), lector de tarjetas perforadas
2 Cinta transport. de platos
3 Carrito de distribución de patatas con indicador eléctrico
4 Tablero luminoso para postres y ensaladas
5 Carrito para postres
6 Carrito para ensaladas
7 Carrito expendedor de verduras con indicador eléctrico
8 Carrito expendedor de carne con indicador eléctrico
9 Tablero luminoso para dietas especiales
10 Cinta adicional para dietas especiales
11 Dosificador autom. para platos de régimen
12 Expendedor de cubiertos
13 Expendedor de boles para sopa
14 Dosificador automático de sopas
15 Expendedor de placas calentadoras
16 Sellador automático para boles de sopa
17 Púlpito de control para el dietólogo
18 Apilador automático de bandejas
19 Carrito para transportar bandejas

(4) Instalación expendedora de comidas



(5) Transporte de contenedores según el sistema Contiport

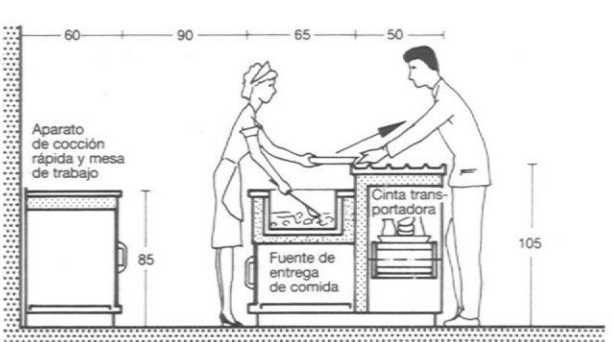


(6) Horno automático continuo para asados lentos

(7) Aparato automático de cocción continua

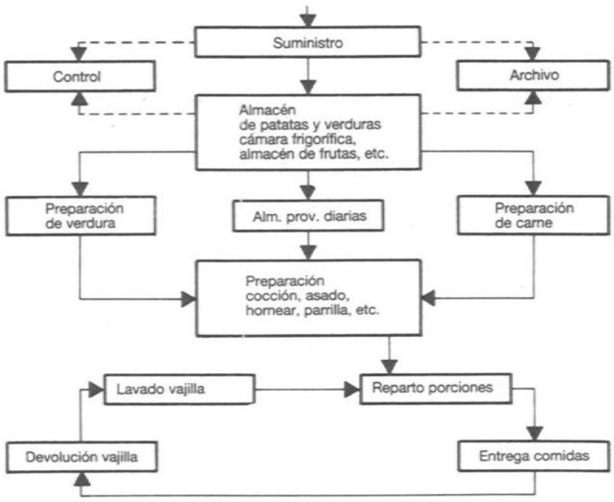


(8) Cafetería: entrega de comidas calientes y frías → (9)

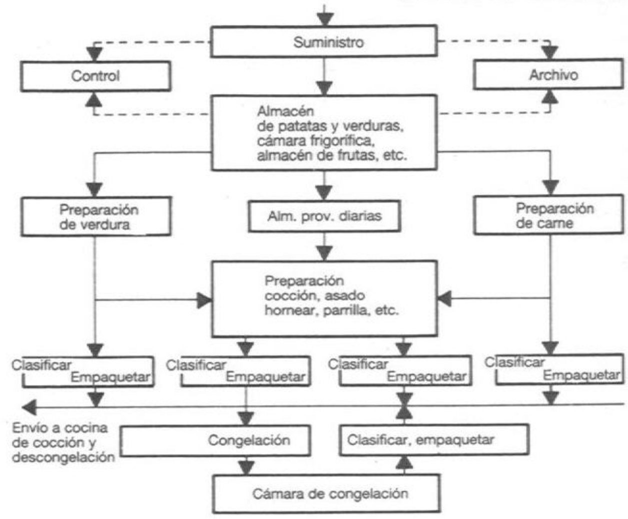


(9) Entrega de comidas en una cafetería → (8)

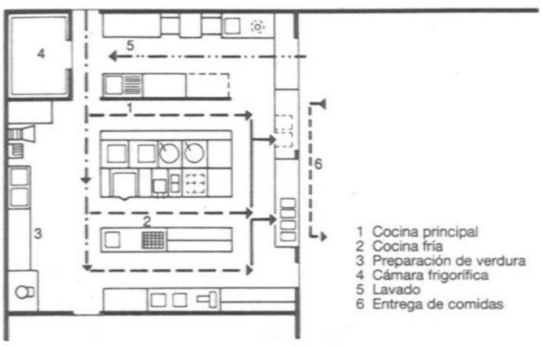
Restaurantes



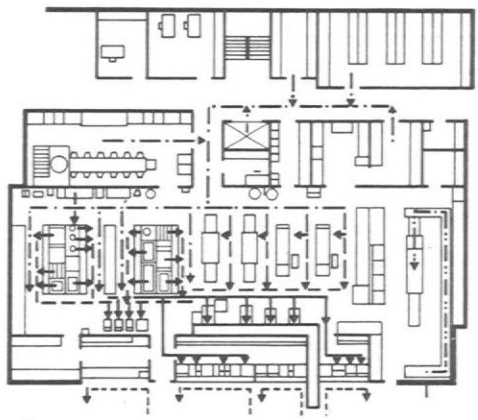
(1) Cocina convencional con entrega directa de comidas



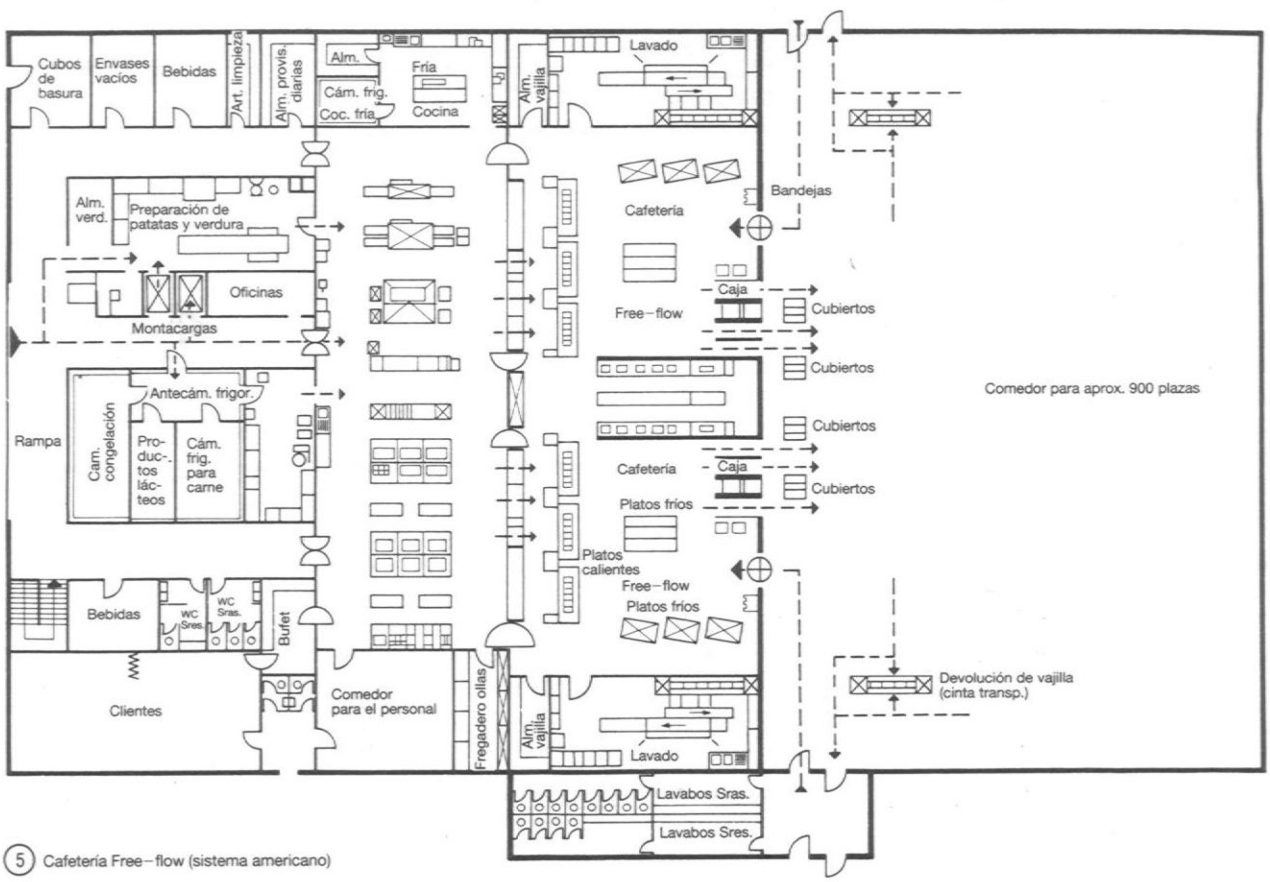
(2) Cocina central conectada con una cocina de cocinar y otra de descongelar



(3) Cocina de cocción para aprox. 250 comensales (Neff)



(4) Instalación convencional de una cocina (Knetsch KG)



(5) Cafetería Free–flow (sistema americano)

Zonas y superficie necesaria

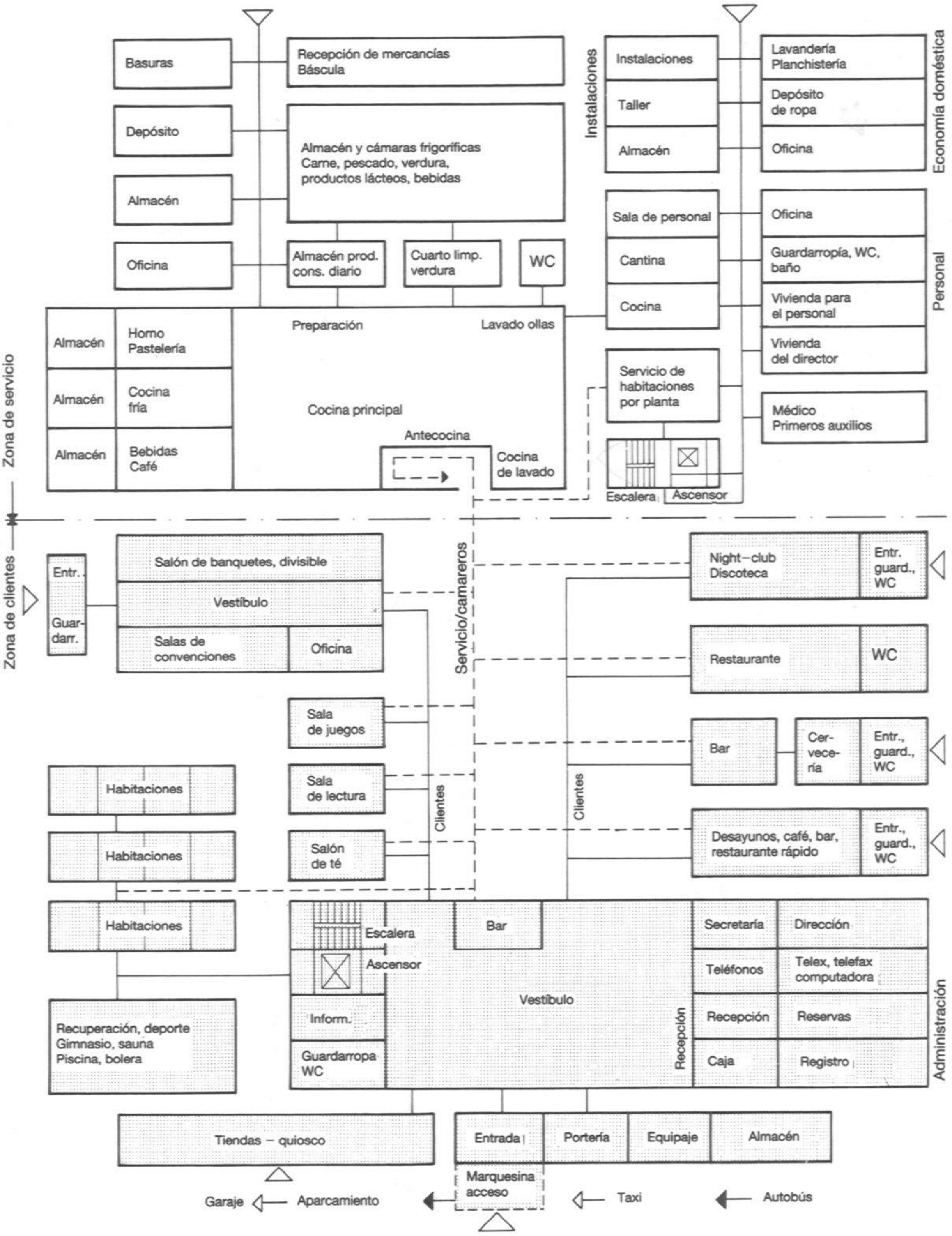
Alojamiento con habitaciones, baño, pasillos, servicio de planta	50–60 %
Vestíbulo público, recepción, hall, salones	4–7 %
Servicios, restaurantes, bares para clientes internos y externos	4–8 %
Zona de banquetes con salas de convenciones y banquetes	4–12 %
Cocina, personal, almacén	9–14 %
Administración, dirección y secretaría	1–2 %
Mantenimiento del edificio e instalaciones	4–7 %
Animación, ocio, deporte, tiendas, peluquería	2–10 %

Este reparto de superficies puede variar considerablemente según la oferta que se quiera ofrecer.

Se distingue entre: hotel urbano, hotel de vacaciones, club, apart-hotel, motel.
Clasificación internacional según el grado de confortabilidad:

5 categorías:
- • Barato
- •• Económico
- ••• Clase media
- •••• Primera clase
- ••••• De lujo

O numéricamente con cifras del n.° de camas, amueblamiento, superficie de la cocina y servicios especiales.



(1) Esquema de las relaciones entre los diferentes espacios situados en la planta baja de un hotel

Hoteles
Moteles

Alojamiento: habitaciones de hotel, individuales y dobles → ⑥ – ⑪; suites con salas de estar, o dos habitaciones con puerta de comunicación. Como las superficies de servicio y garaje de las plantas inferiores y del sótano necesitan una separación mayor entre pilares, a menudo se sitúan 1 1/2 o 2 habitaciones por crujía, separándolas mediante tabiques con aislamiento acústico.

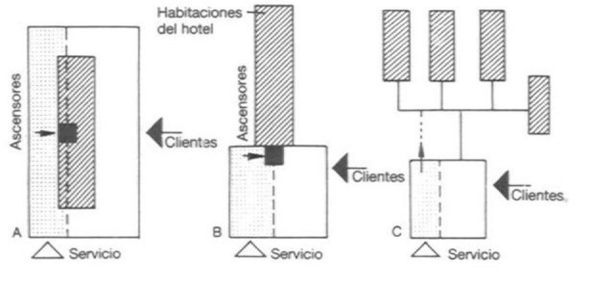
Camas 100/200 cm, de matrimonio 165/200, o ancho especial de 200/200, en forma de cama doble desplazable o sobre un pedestal; grupo de sofás, mesa de trabajo y silla junto a la ventana. TV, nevera para bebidas, banco para las maletas. Aunque el 95 de los clientes se ducha, sigue siendo usual instalar una bañera con posibilidad de ducharse. Vestíbulo con armario empotrado y espejo de cuerpo entero. En aparthotel, cocina empotrada y lugar para comer.

Habitación de servicio de planta: 1 cada 15 habitaciones, punto de apoyo para el servicio de habitaciones. Desayuno en la habitación aprox. 35 % en Francia, 60 % en Estados Unidos, poco frecuente en Europa Central. Proporción de pasillo: aprox. 6 m^2 por habitación, al menos 1,50 m de anchura, mejor 1,80 m. En el hotel es importante: recorridos separados para los clientes, el servicio y las mercancías → ①. Entregas y envíos en la zona de servicios a cubierto (ruidos también por la noche) 4,35 m de altura libre, sobre todo debido a los camiones de recogida.

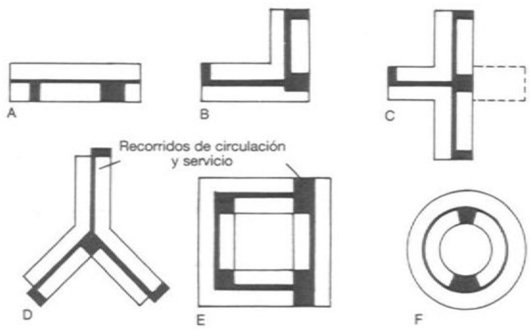
El antiguo concepto de comedor está desapareciendo, los clientes prefieren los restaurantes de especialidades del exterior. En grandes hoteles puede existir un restaurante principal interno (cafetería), abierto durante todo el día para bufet de desayuno y restaurante permanente, y además un pequeño restaurante a la carta abierto al exterior. Generalmente se dispone un bar en el vestíbulo. En los hoteles de 4 estrellas suele haber un bar adicional de aperitivos cerca del restaurante.

Hotel de convenciones: mayores necesidades de espacio. Hall central multifuncional, adecuado para celebrar conferencias, flexible, puesto de información, exposición, actividad durante las pausas, bebidas, bufet. Al lado, almacén de sillas y muebles. Salas de conferencias, eventualmente uniendo varias salas, con capacidad hasta 100 personas. Colocación de sillas por filas: 0,8–1,0 m^2/persona, mesas alineadas: 1,5–2,0 m^2/persona, pizarra, pantalla, medios de proyección.

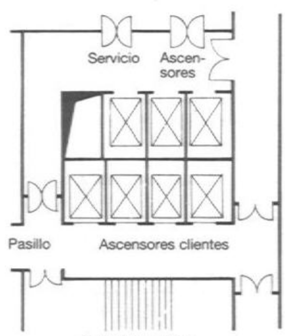
Salas de seminarios para cada 15–20 personas, 2,5 m^2/persona y 20 m^2 para zona de actividades = en total 70 m^2. Mesas modulares; sillas apilables con respaldo. Por cada sala de seminario 2 salas de trabajo en grupo de unos 15 m^2 para 5–10 personas. Luz de incandescencia neutra, 300–500 lux, dimmer. Extracción e impulsión de aire, preferible a través de ventanas. Mayor necesidad de plazas de aparcamiento.



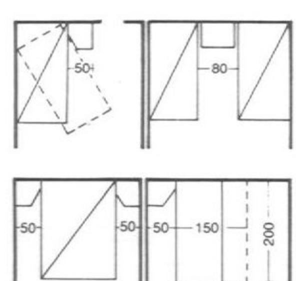
① Esquema de relaciones entre el servicio y las habitaciones



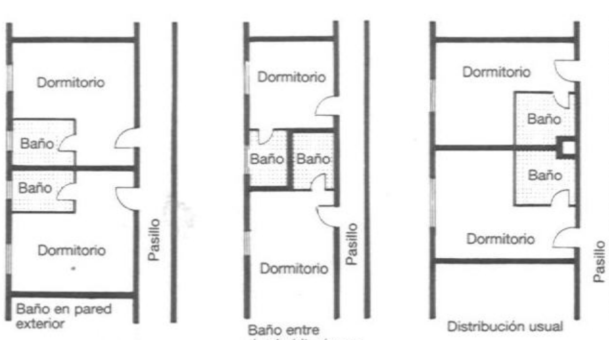
② Diferentes plantas de hoteles



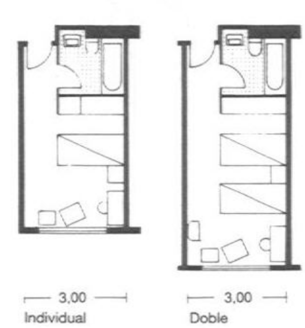
③ Circulación vertical en un hotel



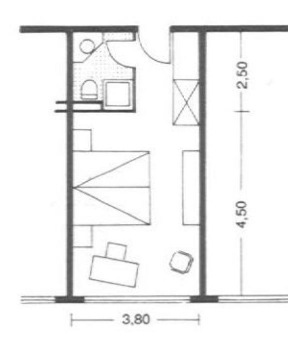
④ Dimensiones mínimas de las camas de hotel



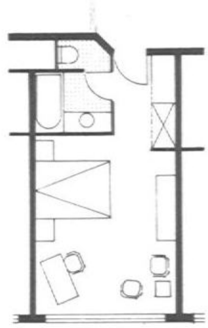
⑤ Distribución de los baños



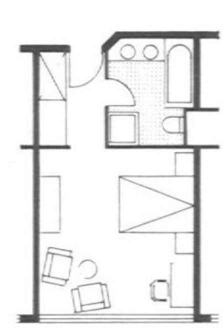
⑥ Habitación de hotel estrecha



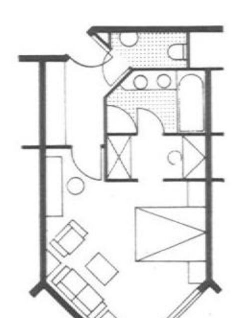
⑦ Habitación doble de un hotel económico



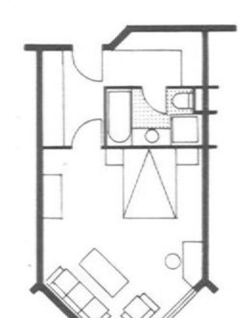
⑧ Habitación estándar



⑨ Habitación confortable

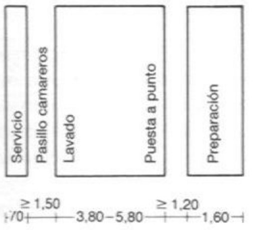


⑩ Habitación de lujo, separación entre ejes superior a 5,0 m

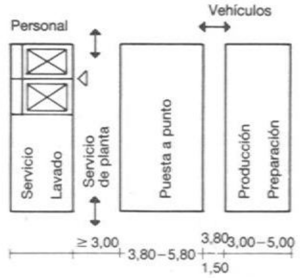


⑪ Variante de → ⑩

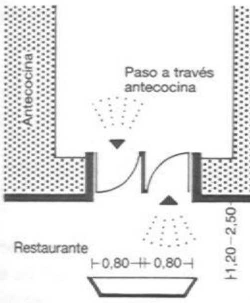
Hoteles
Moteles



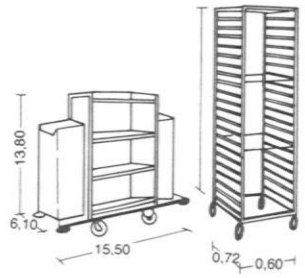
(1) Esquema de un pequeño establecimiento



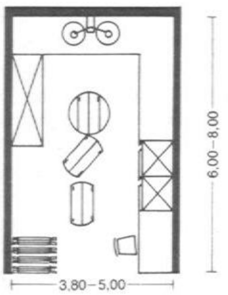
(2) Esquema de un establecimiento mediano o grande



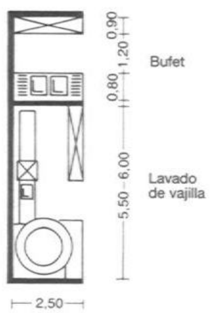
(3) Puertas en los pasos para camareros



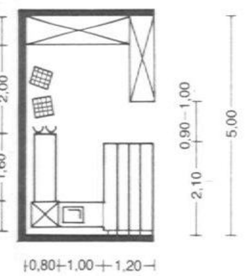
(4) Carritos de bandejas para el servicio



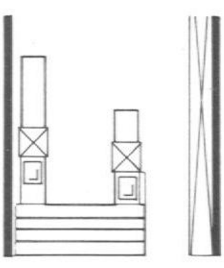
(5) Servicio de planta



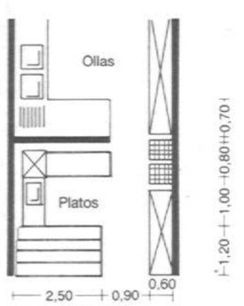
(6) Lavado de vajilla en el servicio de planta



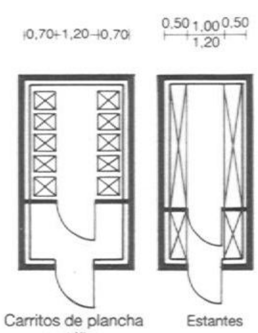
(7) Lavado de vajilla 1–2 personas



(8) Platos y vasos



(9) Lavado de platos y ollas



(10) Cámara frigorífica

Salas para los clientes/hospedaje

Se recomienda evitar el dimensionado de las salas para los clientes a partir de fórmulas de tipo m²/persona, ya que no suelen ser adecuadas para salas de menos de 100 m². Es preferible partir de anteproyectos de organización, ya que sólo así se puede garantizar una auténtica relación e integración entre el hall, las diferentes salas y las instalaciones técnicas.
Planificación funcional de las salas para los clientes: fijar los accesos y ejes de circulación, que delimitan la superficie útil en franjas con la anchura deseada.
Situar los puntos de apoyo de servicio (excepto en las formas de organización variable) en relación con las básicas. Por cada 40 plazas, al menos 1 punto de apoyo de servicio, que se ha de situar lo más céntrico posible. Determinar el tamaño y forma de las mesas en relación con las necesidades y estructura de la clientela. Según el tipo de establecimiento y la estructuración óptica deseada se han de organizar, dentro de la superficie útil, zonas articuladas de 20 asientos (12–24 plazas). De esta manera se puede alcanzar un dimensionado basado en la propia clientela y en el servicio, sin necesidad de una sala de espera → p. 397–398.

Tipo de hotel	m²/habitación
Hotel convencional con grandes salas de conferencia, night–club, tiendas	55–65
Hotel céntrico	45–55
Motel	35–45
Hotel de vacaciones	40–55
Hotel de clase inferior con baños fuera de las habitaciones y escasa oferta gastronómica	18–20

(11) Superficie construida por habitación según el tipo de hotel

Zona/departamento	200 camas en extrarradio	500 camas céntrico
	m²/habitación	m²/habitación
Habitaciones	24	26,5
Pasillos, ascensores, escaleras	3,2	9,3
Servicio	0,6	0,7
Total por habitación	27,8	36,5
Zona de entrada, incluidos los ascensores de personal y servicio	1,6	1,8
Recepción, WC, reservas, teléfonos, equipaje, guardarropía	0,4	0,4
Administración	0,3	0,4
Restaurante	1,1	0,6
Café bar	0,6	0,5
1. Bar, incluido barra	0,9	0,4
2. Bar, incluido barra	0,5	0,3
Salón	0,5	0,3
Lavabos	0,4	0,3
Sala de entrevistas/conferencias	1,1	1,3
Salas auxiliares		0,5
Almacén de muebles	0,1	0,2
Dormitorios y salas de estar privadas	0,4	0,9
Tiendas		0,2
En total, zona de entrada y clientes	7,8	8,2
Cocina, provisiones	3,8	2,5
Provisiones en general	0,9	0,9
Talleres, mantenimiento	0,8	0,4
Lavandería/almacén de ropa	0,3	0,7
Comedor para el personal, WC Vestuarios	1,0	1,1
Salas para el personal, control Portero	0,3	0,5
Superficie de circulaciones, ascensores para el servicio	0,8	0,9
En total, zona de servicio	7,9	7,0
Superficie total sin calefacción, ni aparcamiento o garaje	43,5 m²	51,7 m²

(12) Superficie necesaria por habitación de hotel → (11)

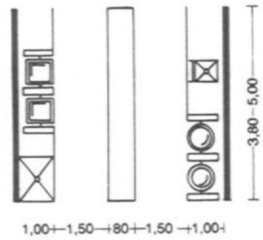
Hoteles
Moteles

COCINAS DE HOTEL

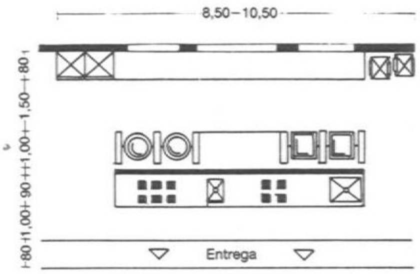
→ 🕮



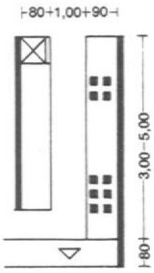
(1) Preparación de carne y verdura



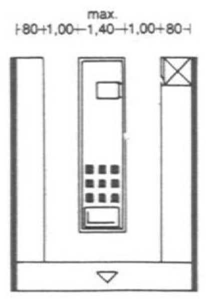
(2) Producción. Cocina y banquetes



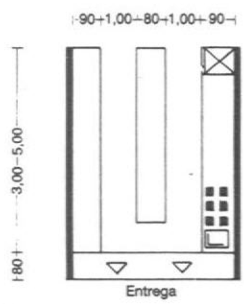
(3) Puesto caliente – *Sàucier/Entremetier* Línea americana 1–2 cocineros



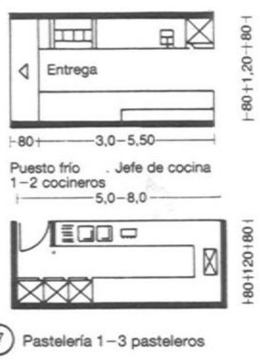
(4) Línea americana 1–2 cocineros



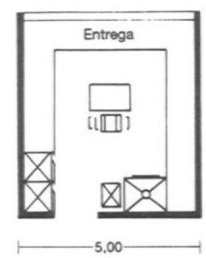
(5) Puesto caliente – *Sàucier/Entremetier*, Bloque francés 2–4 cocineros



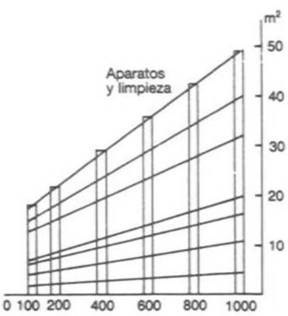
(6) Puesto mixto 1–4 cocineros



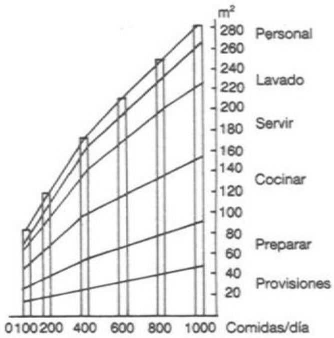
(7) Pastelería 1–3 pasteleros



(8) Bufet de bebidas



(9) Comidas/día
Cifra base en m² para la cocina



(10) Comidas/día
Superficie en los distintos ámbitos

Las cocinas son una suma de puestos de trabajo individuales altamente tecnificados y sus medidas dependen del número necesario de puestos de trabajo, de las dimensiones de los correspondientes aparatos y del espacio ergonómico necesario para su utilización. A esto se le añaden factores de influencia como estructura de la oferta, demanda puntual, grado de elaboración, etc. Por consiguiente no es realista determinar la superficie de una cocina a partir del número de comidas servidas o de la capacidad del restaurante. 50 comidas puede exigir eventualmente el mismo equipamiento en la cocina que para 200.

En la planificación de una cocina se pueden distinguir 4 etapas:

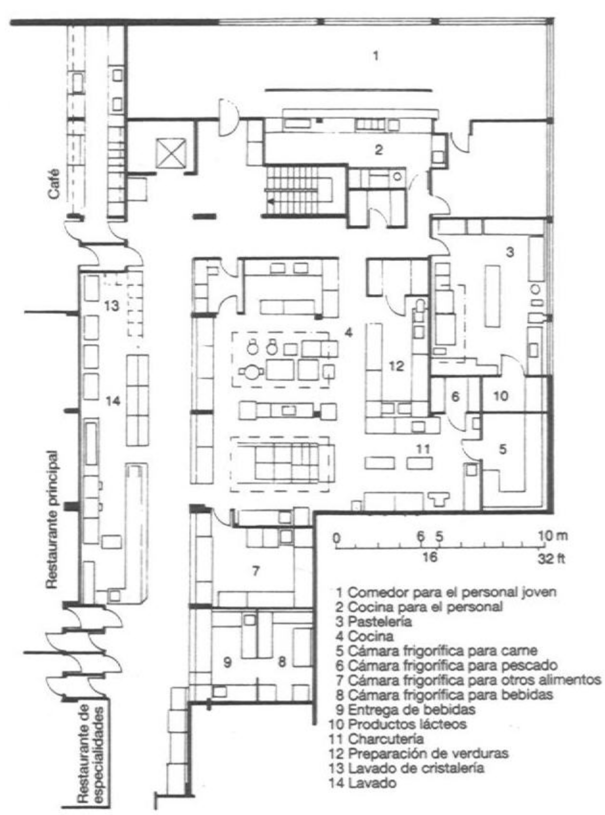
— establecer los ámbitos funcionales en el caso particular;
— averiguación del número máximo y mínimo de personal;
— fijar las necesidades de aparatos según el procedimiento de elaboración elegido y el rendimiento de la instalación;
— dimensionar y organizar las diferentes zonas de trabajo.

A continuación se puede proyectar la cocina como zona de producción de manera racional y económica. Es recomendable solicitar la colaboración de un especialista en planificación de cocinas.

Cocina: puesto caliente, puesto frío, pastelería, preparación de carne, preparación de verdura, zona de producción, cocina para banquetes, cocina satélite, cocina dietética, lavado de ollas.

Almacén: refrigeración de carne, verdura, productos lácteos, productos semielaborados, congelación, almacén para consumo durante el mismo día, almacén de productos secos, basura orgánica, envases, recepción de mercancías, bodega de cerveza, bodega de vino, almacén de licores, almacén para productos en cajas.

Servicio: antecocina de camareros, servicio de planta, cocina–café, bufet, lavado de platos, limpieza de plata. La antecocina de camareros es el punto central de intersección entre la zona de clientes, almacén y cuartos de servicio, así como de la zona de plantas. Entorno a este punto se agrupan las instalaciones para la entrega de comidas y bebidas, recogida según el proceso de trabajo: lavado de platos, puesto caliente, puesto frío, caja de camareros y utensilios para servir, bufet, bebidas, postres. El servicio de plantas se orienta hacia los recorridos a las habitaciones. Para una explotación rentable del establecimiento es imprescindible que el restaurante, la antecocina y las cocinas se encuentren al mismo nivel y la conexión entre la antecocina y el restaurante sea lo más corta posible. En caso de tener que situarlos a niveles diferentes se ha de prever la instalación de cocinas satélite.

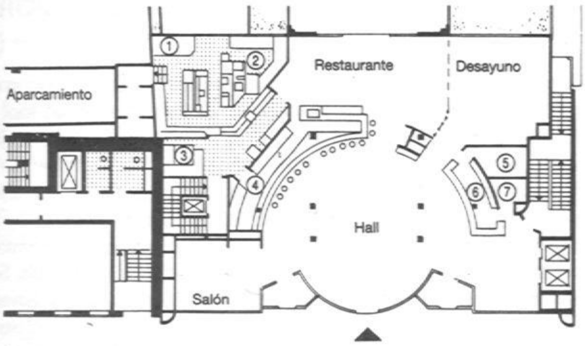


(11) Cocina para 100 comidas y 100 comidas en el restaurante de especialidades. 120 cubiertos en el café. 80 comidas para el personal

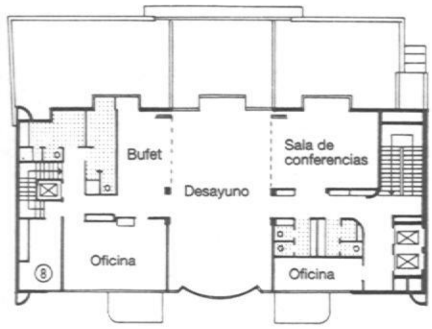
→ 📖

El hombre ha viajado desde siempre y se ha relacionado con otros viajeros en alojamientos que antiguamente se encontraban cerca de las iglesias y de los cruces de las rutas de viaje.
En ellos no sólo se dormía y comía, sino que también se conversaba, bailaba y se cerraban negocios.

Los grandes hoteles modernos cumplen también la mayor parte de estas funciones pero además suelen disponer de una piscina y un gimnasio → (5).

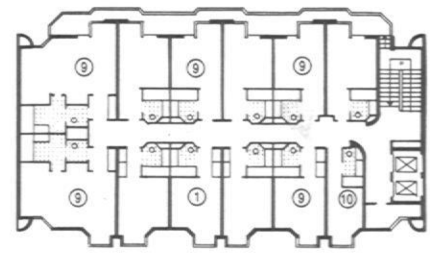


(1) Hotel Spitz en Urfahr/A → (2) – (3)   Arqs.: Perotti, Greifender y colab.



(2) 1.ª planta

(1) Oficina
(2) Cocina
(3) Lavado
(4) Snackbar
(5) Oficina
(6) Recepción
(7) Maletas
(8) Estancia
(9) Habitación doble
(10) Habitación individual
→ (1) – (3)



(3) 2.ª–4.ª planta

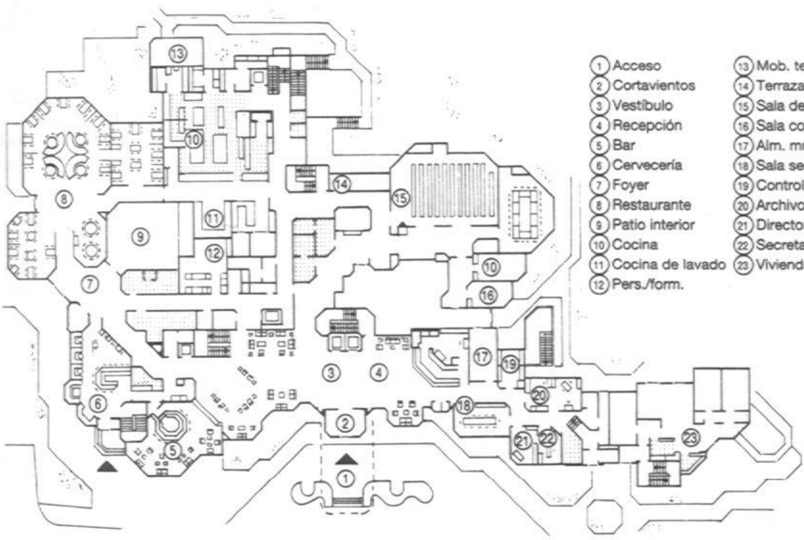


(4) Hotel Lottental en Bochum (Alemania)   Arq.: F. Gehse

(1) Cortavientos
(2) Vestíbulo
(3) Recepción
(4) Restaurante
(5) Estancia
(6) Cuarto instalaciones
(7) Personal
(8) Habitación tipo «A»
(9) Habitación tipo «B»
(10) Habitación tipo «C»
(11) Sala de conferencias
(12) Oficina
(13) Bar
(14) Piscina
(15) Salón
(16) Cocina
(17) Sauna
(18) Almacén de ropa

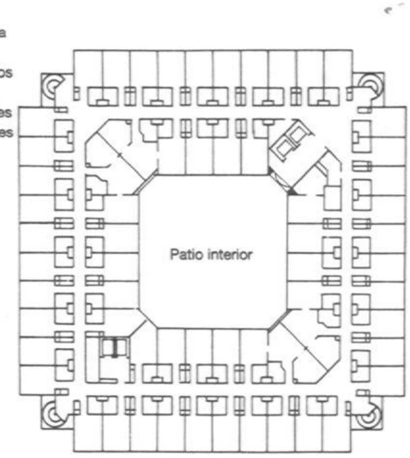


(5) Planta baja → (4)



(6) Parkhotel Gütersloh   Arq.: Fischer, Krüder, Rathei

(1) Acceso
(2) Cortavientos
(3) Vestíbulo
(4) Recepción
(5) Bar
(6) Cervecería
(7) Foyer
(8) Restaurante
(9) Patio interior
(10) Cocina
(11) Cocina de lavado
(12) Pers./form.
(13) Mob. terraza
(14) Terraza
(15) Sala de actos
(16) Sala conf.
(17) Alm. muebles
(18) Sala sesiones
(19) Control
(20) Archivo
(21) Director
(22) Secretaría
(23) Vivienda



(7) Planta tipo del hotel Sheraton Oslofjord   Arq.: Platov A.S.

Hoteles
Moteles

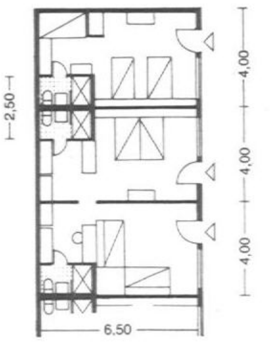
MOTEL

→ 📖

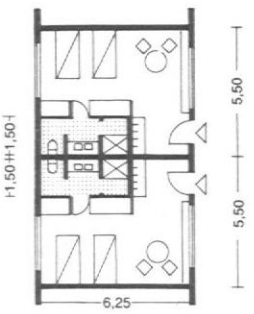
Situación: junto a autopistas y accesos a grandes ciudades, lugares de interés turístico y centros de vacaciones, de manera que sea fácil el abastecimiento de agua, electricidad, gas, productos de alimentación frescos y lavandería. Restaurante, estación de servicio y taller de reparación de coches en las cercanías. Colocado respecto a la carretera de manera que los faros de los coches no iluminen el motel.

Acceso: a la recepción (breve estacionamiento, luego aparcamiento–carport o garaje) tan cerca de las habitaciones como sea posible. Salida otra vez a través de la recepción (control y devolución de llaves).

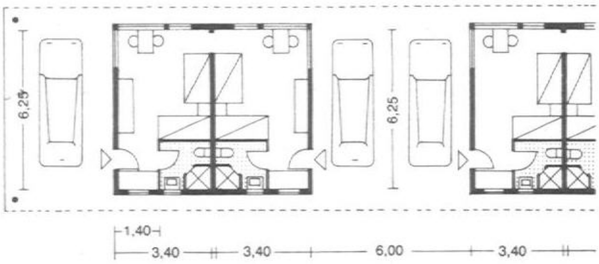
Tamaño: a diferencia de los hoteles urbanos suele tener una sola planta y extenderse en superficie → ⑨ – ⑩. Tamaño de las habitaciones 4 × 4 – 5 × 5 m, así como baño y eventualmente cocina americana → ⑧, aunque éste amueblado con una única cama. Como el 90 % de los clientes sólo se queda una noche, basta con un colgador en la pared en el que se ve toda la ropa y es más difícil dejarla olvidada. Prever una sala común para clientes, equipada con escritorios y mesas de lectura, radio, televisión, mesas de juego, recuerdos, revistas, etc. Alejar los campos de deporte para no molestar a los clientes que están durmiendo. Lavandería central, almacén para herramientas de jardín, muebles de exterior, escalera, etc.



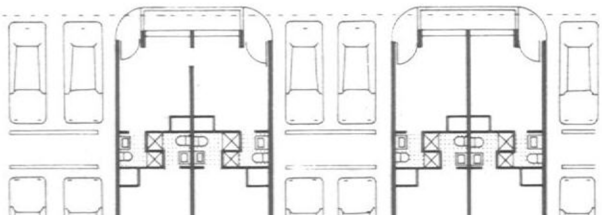
① Unidad de habitaciones iluminada sólo a un lado. Diferentes posibilidades de amueblamiento Arq.: Polivnick



② Unidad de habitaciones iluminada por dos fachadas. Control más difícil del espacio Arq.: Roberto



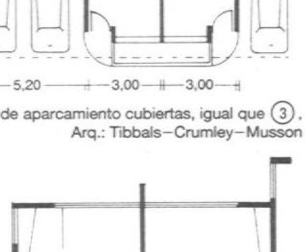
③ Plazas de aparcamiento cubiertas entre las unidades de habitaciones. En grupos de 3 o 6 unidades Arq.: Duncan



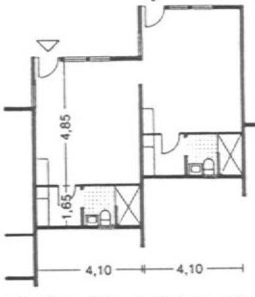
④ Unidades de habitaciones con plazas de aparcamiento cubiertas, igual que ③, pero en bloques de cuatro Arq.: Tibbals–Crumley–Musson



⑤ Dos habitaciones dobles con cortavientos para clima frío y cabina de dormir, que se puede utilizar por separado o junto con una habitación doble (niños)



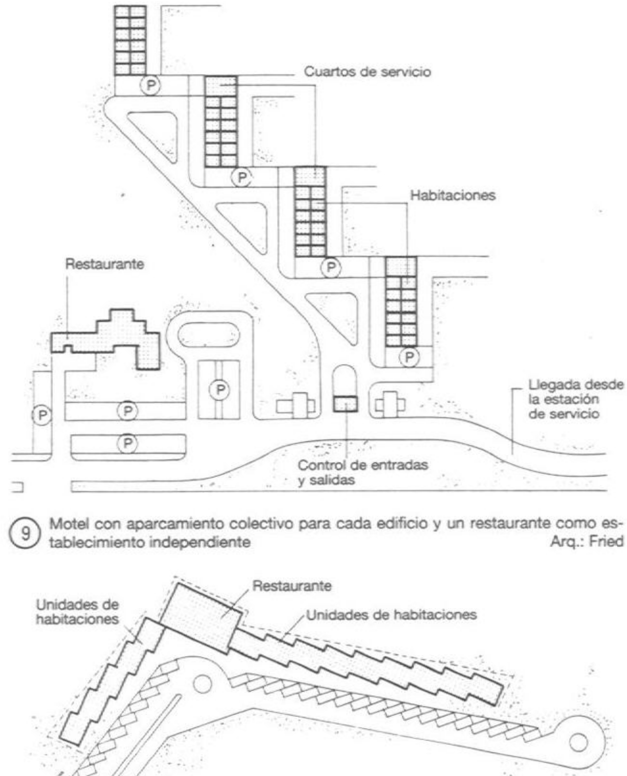
⑥ Entrada y baño–WC entre el aparcamiento y las habitaciones de clientes → aislamiento acústico Arq.: Hornbostel



⑦ Disposición escalonada, sólo accesible desde un lado Arq.: Thompson



⑧ Disposición escalonada de las unidades de habitaciones con recepción y vivienda del administrador Arq.: Williams



⑨ Motel con aparcamiento colectivo para cada edificio y un restaurante como establecimiento independiente Arq.: Fried



⑩ Plano de situación de ⑥ con restaurante Arq.: Hornbostel

Hoteles Moteles



(1) Zoo de Frankfurt Arqs.: H. Jakob y Schmidhuber



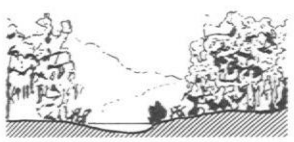
(2) Taiga



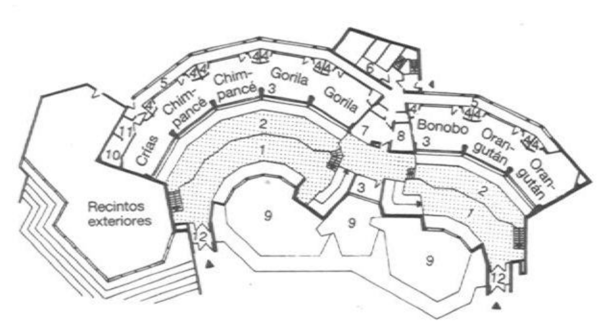
(3) Paisaje europeo



(4) Sabana, estepa

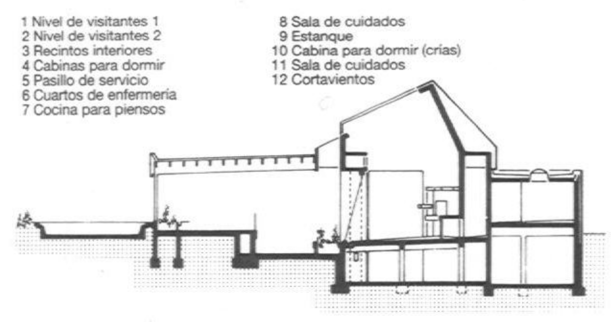


(5) Selva tropical



(6) Recinto para monos en el Zoo de Wuppertal

1 Nivel de visitantes 1
2 Nivel de visitantes 2
3 Recintos interiores
4 Cabinas para dormir
5 Pasillo de servicio
6 Cuartos de enfermería
7 Cocina para piensos
8 Sala de cuidados
9 Estanque
10 Cabina para dormir (crías)
11 Sala de cuidados
12 Cortavientos



(7) Sección → (6) Oficina municipal de proyectos de Wuppertal

ZOOS Y ACUARIOS → 📖

En la actualidad, la misión tradicional de un jardín zoológico (ocio, formación e investigación científica) aún es más importante debido a la progresiva desaparición de animales salvajes y al desarrollo de la cría y estabulación de especies, así como la reintroducción de algunas especies en la naturaleza.

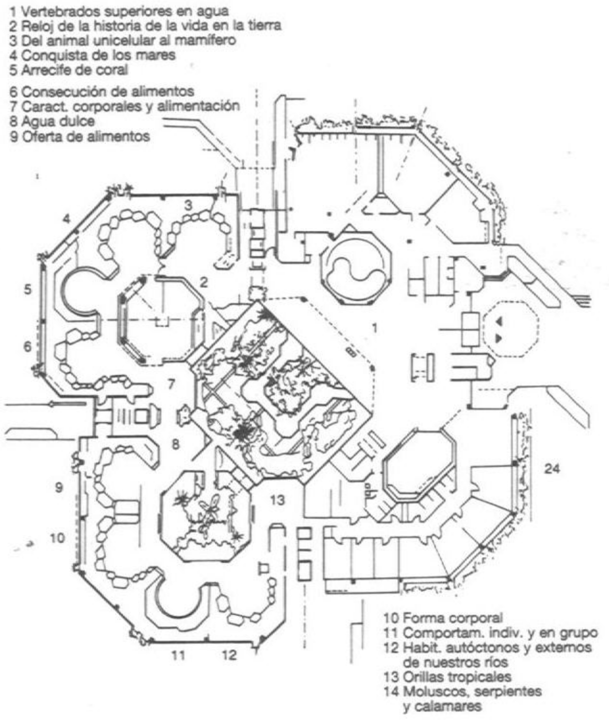
1. Superficies necesarias y fechas ampliaciones

Berlín	34 ha	1983
Colonia	20 ha	1860
Frankfurt	63 ha	en construcción
Nüremberg	60 ha	1939
Nápoles	300 ha	en construcción
São Paulo	250 ha	1957
Brasilia	2500 ha	1960
Abu Dabi	1430 ha	1970
Healsville	175 ha	1964

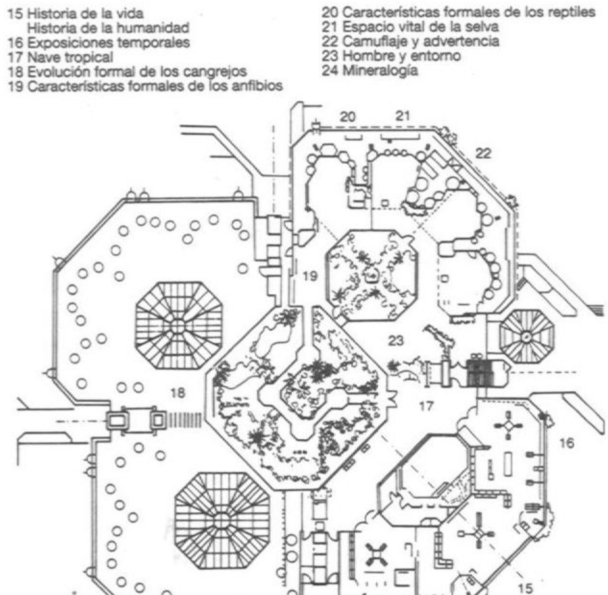
Junto a la entrada principal se disponen las cajas, quioscos, WC, abundantes plazas de aparcamiento para turismos y autobuses, paradas de los medios de transporte público y generalmente el edificio para la administración y todos los departamentos de atención al público, en grandes instalaciones, varias vitrinas del zoo, salas de actos y conferencias, un restaurante de buena calidad con vistas a las instalaciones del zoo y una entrada independiente para las posibles actividades nocturnas. Restaurantes adicionales, cafeterías, quioscos, marquesinas en los accesos principales, aseos y plazas de picnic. Edificio de mantenimiento y para el personal, con entradas independientes y protegidas de la vista del público, con suficientes superficies exteriores para almacenaje de piensos, paja, heno, arena, grava, tierra vegetal, material de construcción, troncos, etc.

Departamento de personal con baños y vestuarios, desinfección, cafetería, salas de formación y descanso (guardias nocturnos). Preparación centralizada o descentralizada de alimentos, agua, almacén y cámaras refrigeradas, almacenamiento de basuras, naves para guardar y mantener la maquinaria de limpieza, vehículos de transporte, talleres de carpintería, cerrajería y pintura, jardinería. Accesos: los caminos principales, en forma de paseo circular, para conducir al público hacia los edificios y recintos de animales de las diferentes especies, deben tener una anchura entre 5 y 6 m. Otros caminos secundarios que comunican con cada una de las especies animales, una anchura de 3 a 4 m. Los caminos y edificios han de ser accesibles a los minusválidos. A través de la plantación de árboles y arbustos y la modelación de la orografía se ha de evitar que se tenga una percepción total de los visitantes. Deberían evitarse, en la medida de lo posible, el cruce entre los caminos principales y los de servicio. Estos últimos sirven para transportar animales a los diferentes recintos y llevarles la alimentación diaria. Para transportar al público deberían emplearse vehículos eléctricos silenciosos; los trenes miniaturas o los teleféricos deberían tener su propio trazado al margen de los caminos peatonales. Deben disponerse edificios para el cuidado médico de los animales, hospital para los animales, puestos de cuarentena, laboratorios, aclimatación, cría, depósito de cadáveres (refrigerado). Salas especiales para el servicio: desinfección y preparación de alimentos, calefacción, climatización, ventilación, equipo de investigación. Separación para proteger por un lado al público y, por el otro, a los animales: tela metálica y malla de acero (negra), cadenas, barreras, cables de acero tensados, fosos de agua y taludes de tierra, vidrio y materiales sintéticos, ópticos (los pájaros no vuelan hacia las zonas de público oscuras), electricidad.

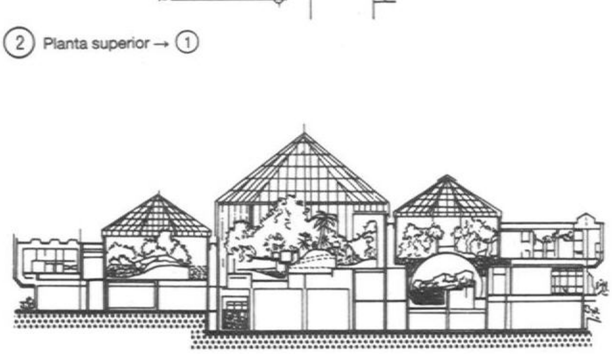
Habitáculos para animales accesibles al público, generalmente relacionados con restaurantes, terrazas y aseos. Zonas con calefacción 20–22 °C, poco calefactadas 8–10 °C y sin calefacción. Según las condiciones climáticas y ambientales del lugar de procedencia, aunque es posible una aclimatación. Recintos al aire libre para alojamiento individual o en grupo de las diferentes especies animales, con o sin agua y respetando las características geográficas y climáticas del lugar de procedencia, tipos de comportamiento, territorialidad. Recintos divisibles para cría fuera de la vista del público. Incorporar dispositivos de captura y transporte para los animales. La dirección del viento y el olor corporal son criterios importantes para la ubicación y los dispositivos de protección.



(1) Planta baja del Aquazoo en Düsseldorf — Arqs.: Dansard, Kahlenborn y colab.



(2) Planta superior → (1)



(3) Sección → (1) – (2)

Generalmente se distinguen los siguientes grupos, que requieren la adopción de medidas especiales:

Mamíferos en edificios y recintos al aire libre, combinación con y sin agua. A menudo es más importante un buen desarrollo del recinto en altura que un área muy extensa.

Pájaros en edificios con claraboyas para la entrada de luz solar, sobre todo en el caso de pájaros exóticos. En recintos al aire libre para pájaros acuáticos con estanques, protección ante aves depredadoras.

Reptiles: mamíferos marinos con temperatura del agua entre 15 y 27 °C para la mayoría de especies.

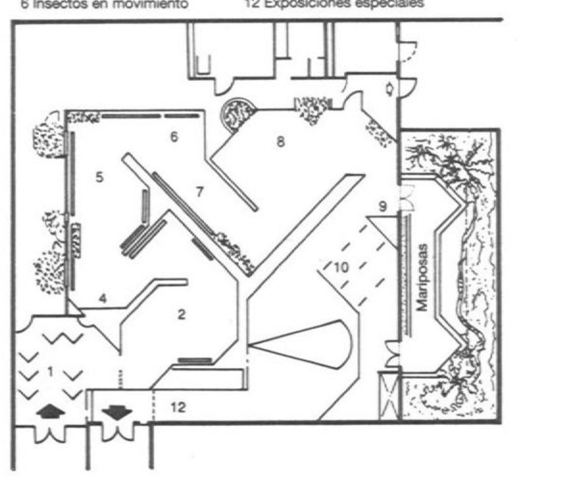
Peces e invertebrados, el agua no debe tener contacto alguno con elementos metálicos. Se deben disponer contenedores para cuarentenas, reserva de agua fresca y de agua marina de 1/3 a 1/2 del volumen total.
El agua de la red municipal debe filtrarse antes con carbón. Se diferencia entre: sistemas abiertos con flujo único y 1 a 2 cambios de agua por hora, sistemas cerrados con filtro y en movimiento, renovación del agua: entre el 6 % y el 20 % cada dos semanas, sistemas cerrados para cada uno de los acuarios.
Zona de público débilmente iluminada para evitar las reflexiones en las vitrinas.

Invertebrados terrestres (insectos) en terrarios, medidas estrictas de seguridad para evitar el arrastre de larvas y huevos al entorno exterior.

Zoo para niños y casa campesina con zona de juegos para niños.
Han de transmitir a las familias urbanas el contacto directo, pero también facilitarles la comprensión de los modos de comportamiento de los animales y la manera de conseguir alimentos, sobre todo debido a la visión engañosa de la humanización de los animales en los libros infantiles.

Los *drive–through* y los parques de safaris constituyen un campo especial con medidas de seguridad específicas, que aquí sólo se pueden mencionar parcialmente.

Cada vez tiene mayor importancia la mejora en la satisfacción de las necesidades de los animales en edificios y recintos al aire libre, así como conseguir unas posibilidades de observación sin obstáculos para el público empleando vidrio y materiales sintéticos transparentes.



(4) Mundo de los insectos — Arq.: Johnson

Zoológicos

ZOOS Y ACUARIOS →

Además de conservar especies en peligro de extinción y su reintroducción en la naturaleza, al entorno del zoo pertenecen también las instalaciones destinadas a ilustrar las relaciones del hombre con la naturaleza y las que se solapan con la misión de los museos de historia natural, es decir una combinación entre ocio, formación e investigación.

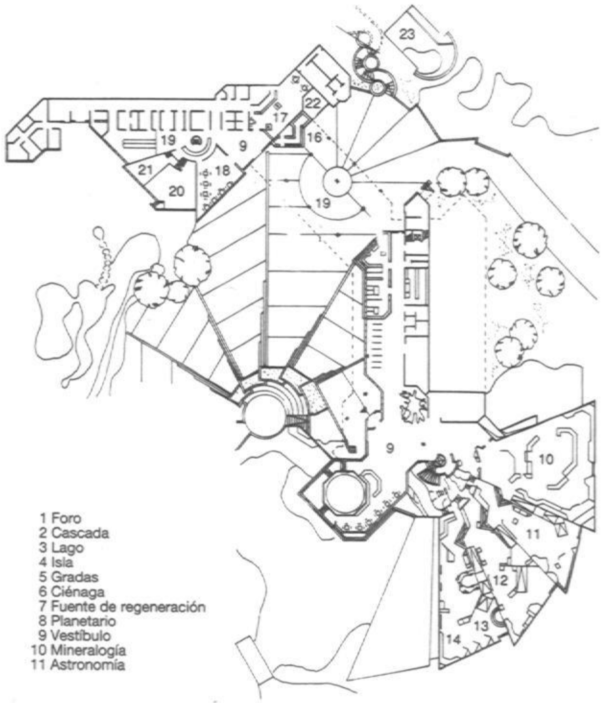
Como entorno se suelen preferir paisajes naturales incorporados a las zonas verdes.

Los zoos tienen un aspecto de su funcionamiento al margen del público: clínicas y hospitales para el cuidado médico, investigación y reproducción.

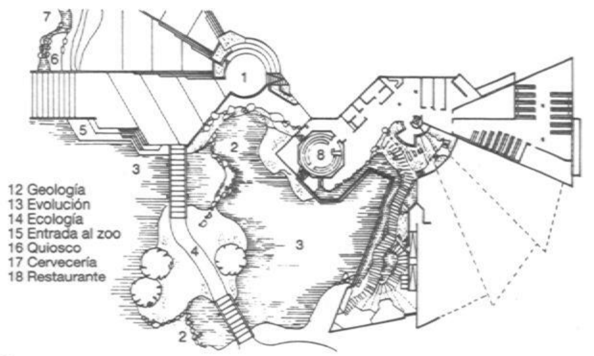
Los recintos exteriores facilitan el proceso de curación, la aclimatación y cuarentena. Por ejemplo, en San Diego existen las siguientes posibilidades: → ④ – ⑤

- Establos acolchados para curación, aclimatación y observación interiores y exteriores.
- Accesos separados del edificio.
- Cuartos de cuarentena para determinadas enfermedades y aclimatización.
- Cámaras refrigeradas para cadáveres de animales, salas de disección, cuidados intensivos y quirófanos.
- Laboratorios para investigación y exploración.
- Accesos aislados para el transporte en jaulas.
- Almacén de alimentos y preparación de piensos.
- Salas especiales para el personal e instalaciones de desinfección.
- Aulas para la enseñanza de veterinaria.
- Ventilación y climatización con 12 a 15 cambios de aire por hora, instalación independiente para los cuartos de cuarentena, preparación de agua y filtros.
- Dispositivos de limpieza con vapor caliente para paredes, suelos y herramientas.
- Dispositivos de captura en todas las jaulas y recintos.

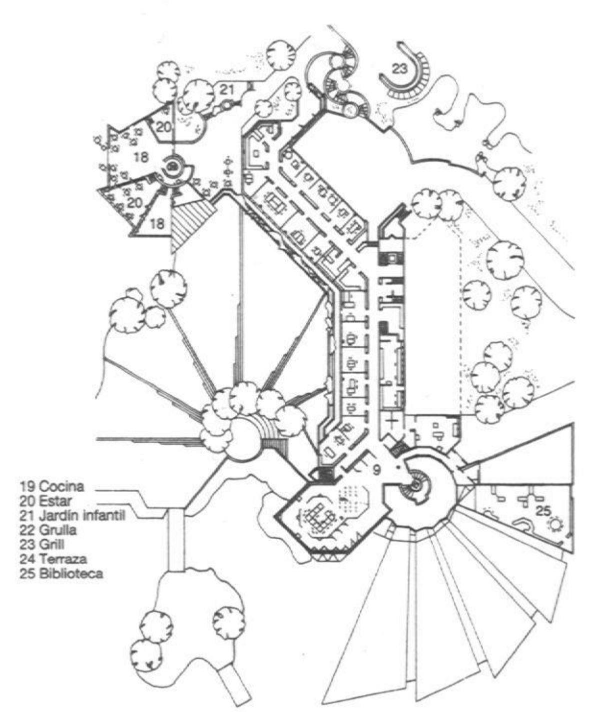
Zoológicos



① Planta baja del Museo de Historia Natural en la entrada al Zoo de Osnabrück
Arqs.: C + B. Parade



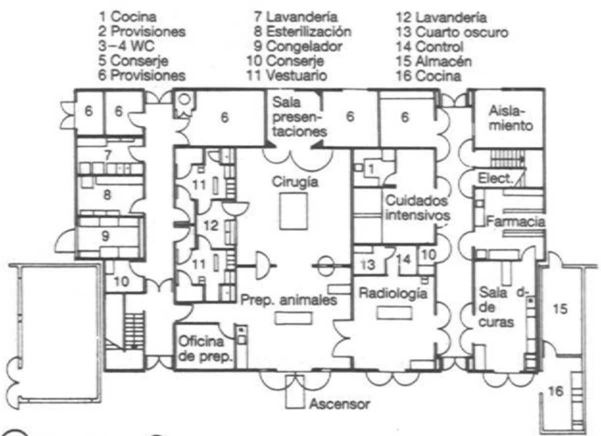
② Planta inferior



③ Planta superior



④ Planta superior del hospital para animales del Zoo de San Diego



⑤ Planta baja → ④

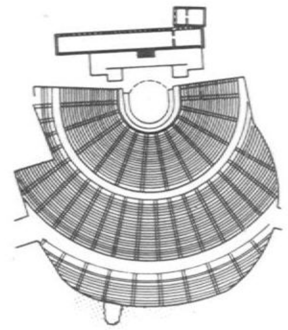
Panorama histórico

Proyectar teatros exige comprender una serie de relaciones funcionales complejas, que en gran parte se evidencian a través de la evolución histórica del teatro. Es una tarea arquitectónica que se han planteado las sociedades más diversas de forma continuada desde hace más de 2500 años. La construcción de cualquier teatro en la actualidad se incorpora a una larga tradición histórica, pero al mismo tiempo se caracteriza por el esfuerzo de sustraerse a la tradición. Unos pocos ejemplos sirven para caracterizar la evolución histórica de este tipo edificatorio → (1) – (11) → p. 415 (1) – (7).

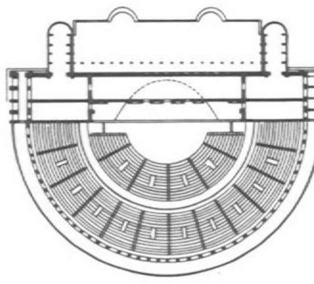
Teatro de Dionisio, inicio de los teatros europeos → (1). Teatro de Marcelo, primer teatro construido completamente en piedra en Roma → (2). Teatros medievales, estrados y construcciones temporales → (3). Espacio interior del Swan Theatre, según un dibujo de van de Witt, 1596 → (4). Teatro italiano de principios del siglo XVI → (5). Los primeros teatros renacentistas eran construcciones temporales de madera levantadas en el interior de salas existentes. Por ejemplo, Vasari proyectó un sistema reutilizable de elementos de madera para construir un teatro en el Salone dei Cinquecento Palazzo Vecchio de Florencia. Teatro Olímpico en Vicenza → (6). La primera construcción de un teatro estable renacentista es la Comédie Française en París → (7). A partir del siglo XVII se construyeron palcos. Teatro Farnese, Parma → (8) (primera construcción con un sistema móvil de bambalinas).

Teatro San Carlo, Nápoles → (9). Teatro alla Scala, Milán → (10), modelo para la construcción de óperas durante los siglos XVIII y XIX, pero también del nuevo teatro metropolitano de Nueva York, 1966.

Gran Opera de Burdeos → (11). El gran foyer fue el modelo tomado por Garnier para el edificio de la Opera de París, 1875.



(1) Teatro de Dionisios, Atenas. Planta 452/330 a.C.



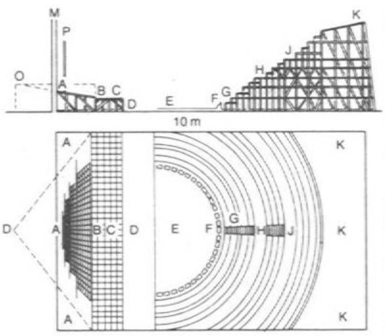
(2) Teatro de Marcelo, Roma. Planta, 11 500 plazas, 11 a.C.



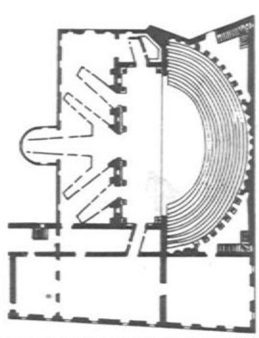
(3) Planta de un teatro temporal de la Edad Media



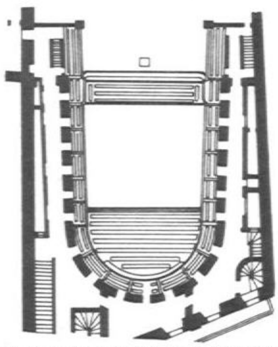
(4) El Swan Theatre de Londres



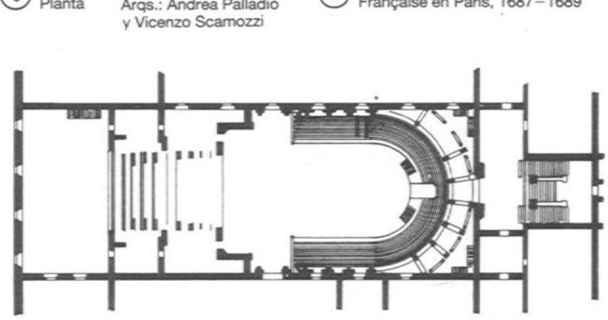
(5) Teatro de Sebastián Serlio, 1545



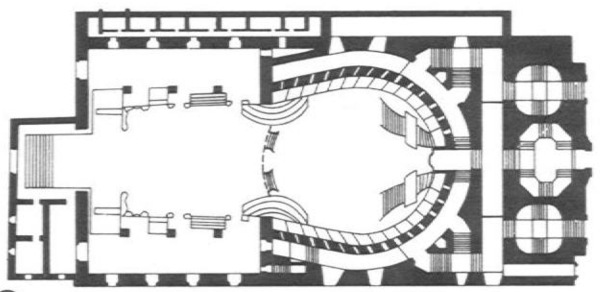
(6) Teatro Olímpico de Vicenza, 1585 Planta Arqs.: Andrea Palladio y Vicenzo Scamozzi



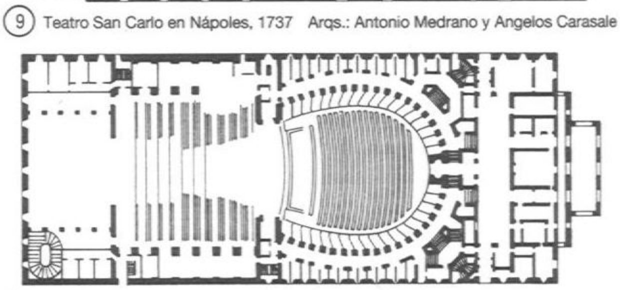
(7) El antiguo teatro de la Comédie Française en París, 1687–1689



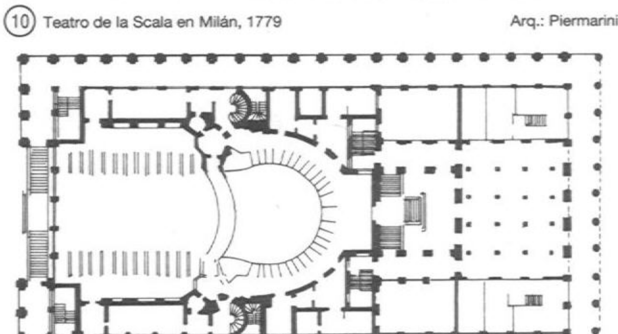
(8) Teatro Farnese en Parma, 1618–1628 Arq.: Giovanni Battista Aleotti



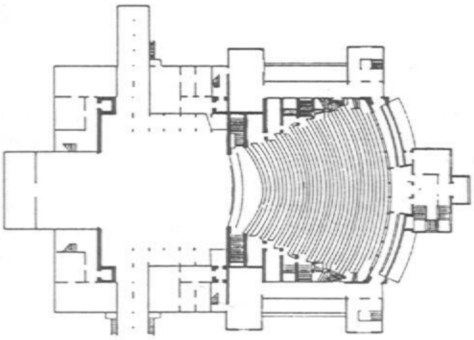
(9) Teatro San Carlo en Nápoles, 1737 Arqs.: Antonio Medrano y Angelos Carasale



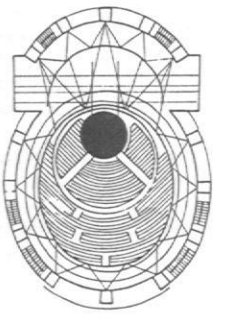
(10) Teatro de la Scala en Milán, 1779 Arq.: Piermarini



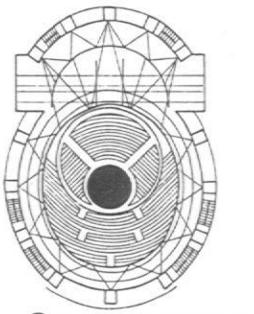
(11) Gran Opera de Burdeos, 1778 Arq.: Victor Louis



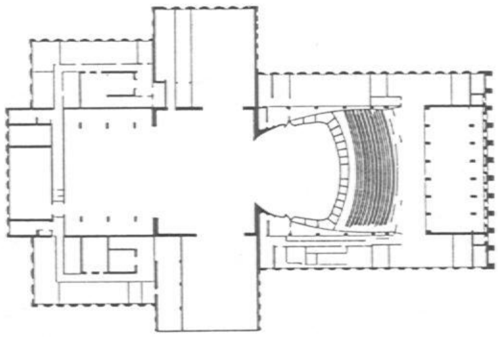
(1) Teatro de los festivales de Bayreuth, 1876 R. Wagner y Arq.: O. Bruckwald



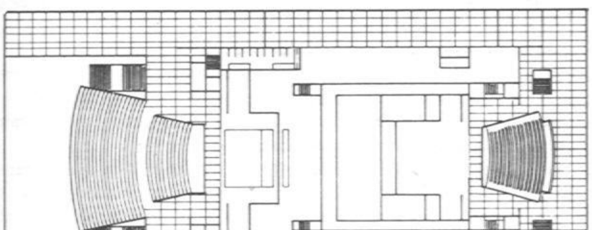
(2) Walter Gropius: proyecto para el «teatro total», 1927. Platea giratoria que permite dos posiciones de la escena



(3) → (2) Segunda posición de la escena



(4) Teatro Nacional de Dessau, 1938
Planta del piso superior Arq.: Friedrich Lipp y Werry Roth



(5) Proyecto para el concurso del Teatro Nacional de Mannheim
Arq.: Mies van der Rohe, 1953

Panorama histórico

Teatro de Bayreuth → (1). R. Wagner estableció con la forma de su teatro un contrapunto a la gran Opera de París. Proyecto de «teatro total» de W. Gropius y E. Piscator, véase *Die Bühne im Bauhaus* (El escenario en el Bauhaus), Dessau 1924. Aspectos más relevantes: espacio giratorio para los espectadores, escenario con sistema de cinta transportadora con posibilidades de proyectar imágenes en las paredes y en el techo → (2) – (3). Teatro Nacional de Dessau → (4); ejemplo temprano de un escenario moderno con suficientes escenarios laterales. Proyecto del Teatro Nacional de Mannheim → (5). Schaubühne en la plaza Lehniner, Berlín, primera gran construcción moderna de un espacio teatral flexible (remodelación del edificio «Universum» de Mendelsohn, 1928). Opera Bastille, París → (7), el mayor escenario hasta la actualidad, con 10 escenarios laterales a dos niveles.

Tendencias en la construcción actual de teatros

Coexisten dos tendencias.

1. Conservación, restauración y modernización de los teatros existentes del siglo XIX hasta mediados del siglo XX.

2. Construcciones de nueva planta con un carácter espacial «experimental» y abierto, por ejemplo, la Schaubühne de la plaza Lehniner → (6). En la misma dirección se encuentran las numerosas transformaciones de espacios existentes en talleres de teatro con capacidad para 80 a 160 espectadores.

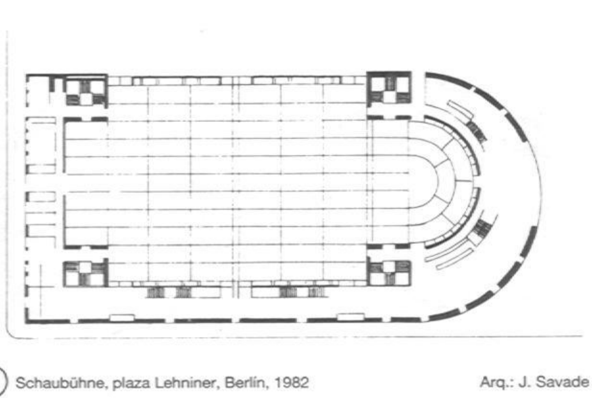
Operas y teatros: dos edificios diferentes para representaciones teatrales.

1. **La ópera:** en la tradición de los edificios italianos de ópera de los siglos XVII y XIX → p. 414 (8) + (10). Se caracteriza por una clara separación espacial entre la sala de espectadores y el escenario a través del foso de la orquesta, por su gran capacidad (entre 1000 y casi 4000 plazas) y por el correspondiente sistema de palcos y pisos necesarios para acoger al numeroso público; por ejemplo, Scala de Milán: 3600 plazas, Deutsche Oper de Berlín: 1986 plazas, Metropolitan Opera de Nueva York: 3788 plazas, Opera Bastille de París: 2700 plazas → p. 414. El teatro para los festivales de Bayreuth es el contrapunto a la forma de la ópera como teatro de pisos y palcos. Está ideado como un teatro semicircular, según el modelo grecorromano, pero sólo tiene 1645 plazas.

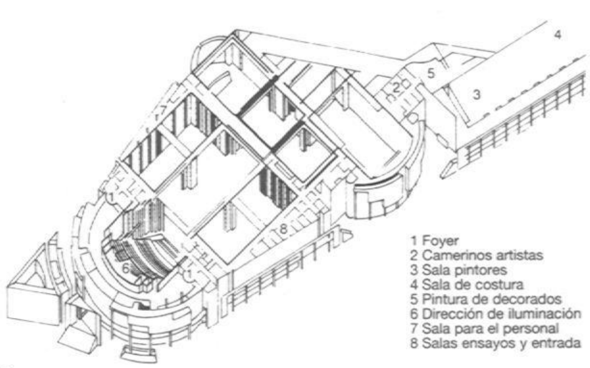
2. **El teatro:** en la tradición de la reforma teatral alemana del siglo XIX. Se caracteriza por la forma semicircular en pendiente (es decir, que los espectadores se sientan en una superficie curva inclinada) y por un gran proscenio (espacio de representación delante de la boca del escenario). Sin embargo, el teatro se sitúa sobre todo en el marco de la tradición teatral inglesa → p. 414 (4), es decir, superficie de representación en la propia sala.

Ejemplos modernos de la zona de habla inglesa: Festival Theatre de Chichester, Inglaterra, Powell y Moya, 1962. Ejemplo alemán: Teatro Nacional de Mannheim, Kleines Haus Weber, Hämer, Fischer, 1957. La forma espacial variable y abierta se intensificó a través de los experimentos espaciales del teatro en los años 70. Ejemplo: Teatro Concordia de Bremen (transformación de un antiguo cine). La Schaubühne de la plaza Lehniner de Berlín es un ejemplo de grandes posibilidades de variación espacial → (6).

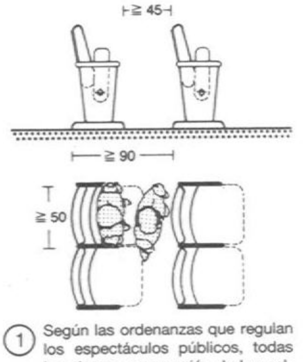
3. Un caso particular en la zona de habla alemana es el llamado **teatro de tres sectores** (forma mixta de teatro y ópera). El teatro está influenciado por los requisitos dominantes de la ópera. Ejemplo: Teatro Municipal de Heilbronn, Biste y Gerling, 1982.



(6) Schaubühne, plaza Lehniner, Berlín, 1982 Arq.: J. Savade



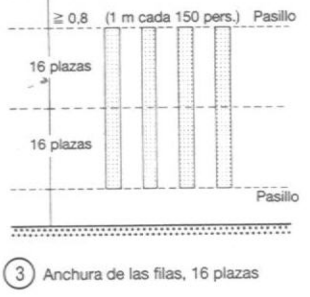
(7) Opera Bastille, París 1989 Arq.: C. Ott



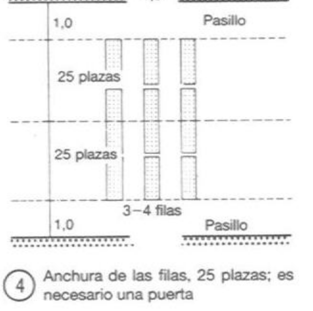
① Según las ordenanzas que regulan los espectáculos públicos, todas las plazas, a excepción de los palcos, han de tener butacas fijas con el asiento abatible manualmente y unas medidas iguales o superiores a las expresadas en el dibujo



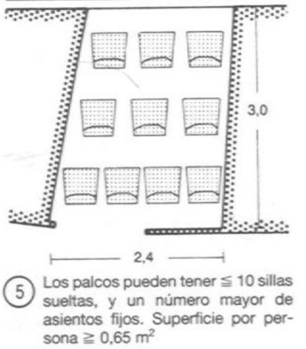
② Los asientos abatibles colocados en diagonal permiten libertad de codos



③ Anchura de las filas, 16 plazas



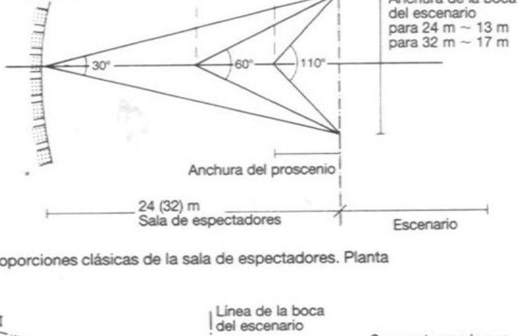
④ Anchura de las filas, 25 plazas; es necesario una puerta



⑤ Los palcos pueden tener ≦ 10 sillas sueltas, y un número mayor de asientos fijos. Superficie por persona ≧ 0,65 m²



⑥ Plazas de pie en filas separadas por barreras fijas, la fila superior ha de tener una anchura igual o mayor que las inferiores



⑦ Proporciones clásicas de la sala de espectadores. Planta



⑧ Anchura de la sala de espectadores

Tipos de teatro y tamaño de la localidad

En Alemania, Suiza y Austria existe una relación característica entre el número de habitantes de una localidad y el tamaño y el tipo de teatro (que también son válidas con pequeñas modificaciones para otros países con una historia cultural similar). Localidades con:

< **50 000 habitantes.** Teatros regionales (capacidad: 500–600 plazas) varios espacios para representaciones en la región, sobre todo teatros.

50 000–100 000 habitantes. Teatros regionales y municipales, representaciones teatrales y operetas, excepcionalmente óperas.

100 000–200 000 habitantes. Teatros de tres sectores, unas 700–800 plazas.

200 000–500 000 habitantes. Edificios separados para representaciones teatrales y óperas. A veces en forma de edificios dobles. Salas pequeñas para óperas: 800–1000 plazas; teatros: 600–800 plazas.

500 000–1 000 000 habitantes. Teatros separados. Salas medias para óperas: 1000–1400 plazas; teatros: 800 plazas. Escenarios adyacentes para ensayos.

≧ **1 000 000 habitantes.** Grandes óperas: 1400–2000 plazas; grandes teatros: 800–1000 plazas y un número significativo de pequeños teatros experimentales.

Los teatros han de cumplir, además de las normas de edificación, las ordenanzas sobre lugares de concurrencia y espectáculos públicos.

Sala de espectadores y escenario

Tamaño de la sala de espectadores: el número de espectadores determina la superficie necesaria. Para los espectadores sentados se ha de contar ≧ 0,5 m²/espectador. Esta cifra resulta de:

1. Anchura del asiento y separación entre filas

	≧ 0,45 m²	/espectador
suplemento ≧ 0,5 × ≧ 0,9	= 0,05 m²	/espectador
	≧ 0,50 m² → ①.	

2. Longitud de la fila por pasillo: 16 asientos → ③; 25 plazas por pasillo si existe una puerta de salida de 1 m de anchura cada 3 o 4 filas → ④.
3. Salidas, recorridos de evacuación de 1 m de anchura por cada 150 personas (como mínimo 0,80 m) → ③ – ④.

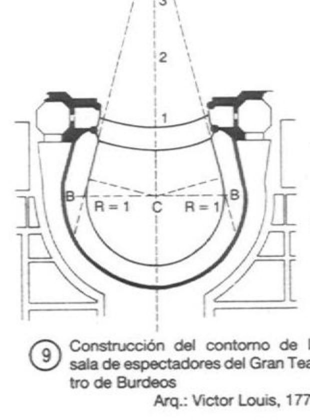
Volumen del espacio: depende de los requisitos acústicos (reverberación); teatro: aprox. 4–5 m³/espectador; ópera: aprox. 6–8 m³/espectador. El volumen de aire tampoco puede ser menor por motivos de climatización, para evitar una velocidad excesiva de renovación del aire (corrientes).

Proporciones de la sala de espectadores: dependen del ángulo psicológico de percepción y del ángulo visual de los espectadores, p.e., de la exigencia que exista una buena visión del escenario desde todas las plazas. 1. Buena visibilidad, sin mover la cabeza, pero girando los ojos ligeramente, aprox. 30°. 2. Buena visibilidad, sin mover la cabeza, pero girando los ojos ligeramente, aprox. 60° → ⑦. 3. Máximo ángulo psicológico de percepción sin mover la cabeza: aprox. 110°, es decir, que en este ángulo aún se perciben todos los acontecimientos en el «ángulo visual». Más allá de este campo resultan inseguridades, porque «algo» queda fuera del campo visual. 4. Moviendo la cabeza y la espalda se puede llegar a tener un campo perceptivo de 360°.

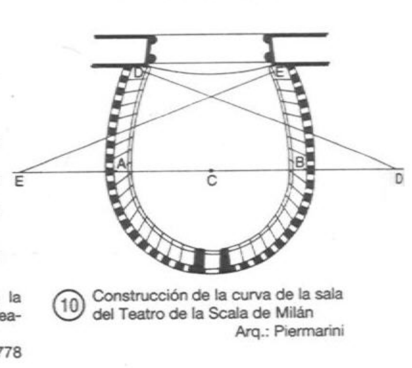
Proporciones de la sala de espectadores clásica

(Operas, teatros de tres sectores, teatros tradicionales) → ⑦. La separación de la última fila hasta la boca del escenario no debe superar: 24 m en los teatros (máxima distancia a la que aún se reconoce una persona), 32 m en las óperas (aún se distinguen los movimientos).

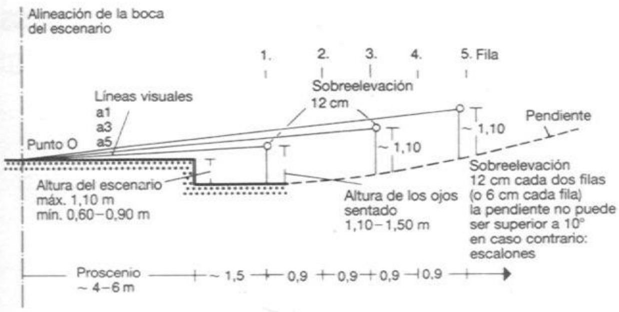
La anchura de la sala de espectadores está en función de que los espectadores sentados en los extremos laterales puedan ver el escenario → ⑧. Son posibles muchas variaciones, las proporciones agradables y, en parte, las buenas condiciones acústicas de los teatros clásicos de los siglos XVIII y XIX se basan en reglas de proporciones especiales → ⑨ – ⑩.



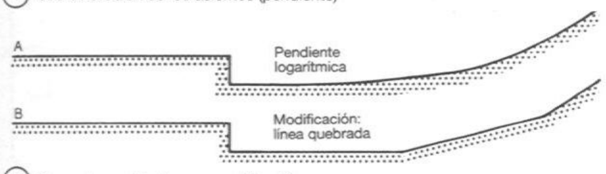
⑨ Construcción del contorno de la sala de espectadores del Gran Teatro de Burdeos
Arq.: Victor Louis, 1778



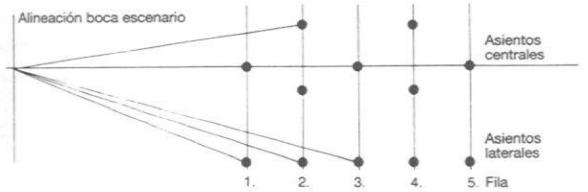
⑩ Construcción de la curva de la sala del Teatro de la Scala de Milán
Arq.: Piermarini



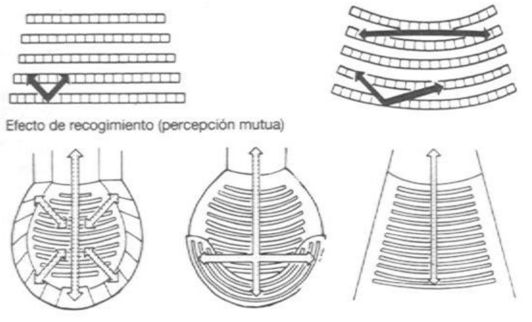
① Sobreelevación de los asientos (pendiente)



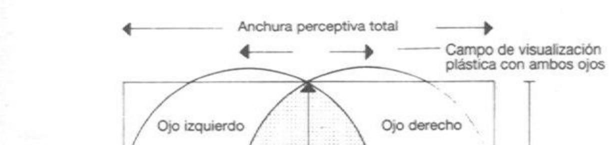
② Curva de pendiente y su modificación



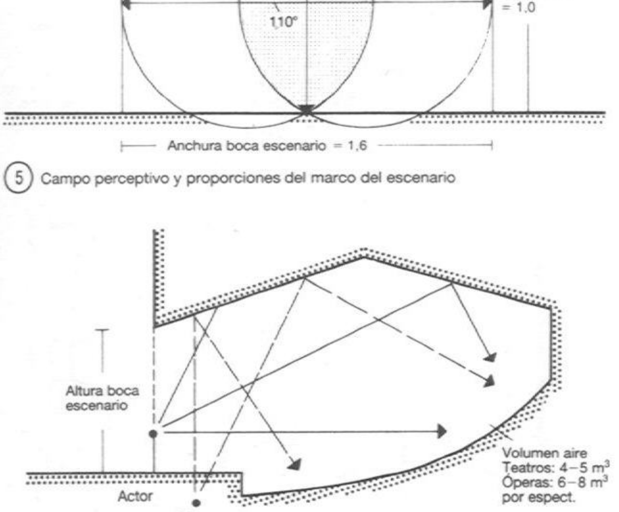
③ El desplazamiento de asientos en una fila se consigue variando la anchura de los asientos (0,50–0,53–0,56)



④ Relaciones del público y con el escenario



⑤ Campo perceptivo y proporciones del marco del escenario



⑥ Forma del techo y reflexión acústica

Sobreelevación de los asientos (pendiente) de la sala de espectadores; la sobreelevación de los asientos depende de las líneas visuales. La construcción geométrica de las líneas visuales sirve para todas las plazas de la sala de espectadores (tanto en la platea, como en los pisos) → ①. Se parte de que los espectadores están sentados al tresbolillo, por lo que sólo se necesita que cada segunda fila tenga una sobreelevación visual completa (12 cm). Existe bibliografía especializada en los cálculos de los problemas visuales en los teatros en las que incluso se llega a tener en cuenta la posibilidad de una distribución aleatoria de espectadores de diferente altura. Las filas de espectadores no sólo deberían aproximarse a una forma semicircular para mejorar la orientación visual hacia el escenario, sino también para conseguir una mejor percepción mutua (efecto de recogimiento) → ④.

Sección de la sala de espectadores: en primer lugar se ha de fijar la altura de la boca del escenario. En los teatros con gradas semicirculares debería cumplirse la siguiente relación:

$$\frac{\text{altura de la boca del escenario}}{\text{anchura de la boca del escenario}} = \frac{1}{1{,}6}$$

Esta relación contiene la sección áurea y el campo de percepción psicológica → ⑤. Después de determinar la altura de la boca del escenario, la altura del escenario, la pendiente de la platea y el volumen de la sala, se obtiene el contorno del techo a través de requisitos acústicos. Se ha de intentar que las ondas acústicas reflejadas desde el escenario y el proscenio se repartan uniformemente por la sala. En los pisos se ha de vigilar que, incluso desde las plazas superiores, se tenga una visión bastante profunda del escenario → ⑦. En caso contrario se ha de aumentar la altura de la boca del escenario.

Proporciones de un espacio experimental → p. 418.

Se trata de espacios neutrales o abiertos para representaciones teatrales, que permiten varias posibilidades de distribuir los espectadores y disponer el escenario.

Esta ordenación variable se consigue:

A. Mediante tarima móvil para el escenario y tribunas móviles para los espectadores. El suelo es fijo.
B. Mediante un suelo móvil, formado por tarimas levadizas. Esta solución es mucho más compleja técnicamente y también bastante más cara que la solución A y por ello sólo suele emplearse en salas mayores con una capacidad mínima entre 150 y 450 personas.

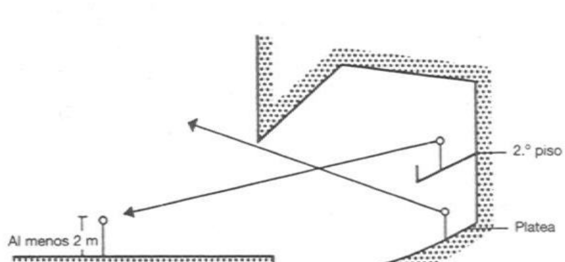
El tipo A es útil para pequeños teatros y para espacios no especializados, que por regla general no tienen suficiente espacio disponible debajo. Capacidad hasta 99 plazas como máximo, ya que las ordenanzas sobre locales para espectáculos públicos sólo tiene validez a partir de 100 plazas. 99 plazas × 0,6 m² = 60 m² (2/3) + 30 m² (1/3) de la superficie de representación = 90–100 m².

Para un uso polivalente se ofrece una proporción espacial de 1:1,6, → p. 418 ① – ③.

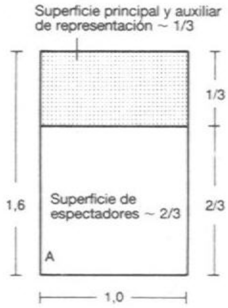
La sección del espacio. En las salas sencillas puede prescindirse de un techo técnico → ② – ③, se pueden prever telones manuales (barra que se iza hasta el techo mediante un sistema de poleas manuales). Ejemplos: escenario de Ulm, arq.: Schäfer, unas 1500–2000 plazas, 1969 → p. 418 ④ – ⑦.

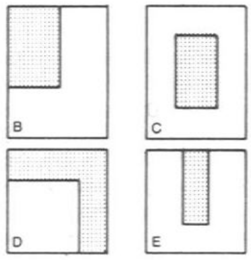
Pequeño Teatro de Münster, arqs.: Hansen, Rane y Ruhnau, 1971, 180–380 plazas, la zona central del suelo se puede variar mediante tarimas levadizas → p. 419 ① – ④.

Tipo B: 450 o más plazas. Construcción igual que A, pero suelo móvil, para simplificar la variación de la topografía del suelo. Problema: tamaño y precisión de elevación de las tarimas. A menudo es necesario complementar la topografía general de las tarimas mediante unos suplementos colocados manualmente → p. 418 ③. Ejemplo: Schaubühne de la plaza Lehniner de Berlín → p. 415 ⑥.



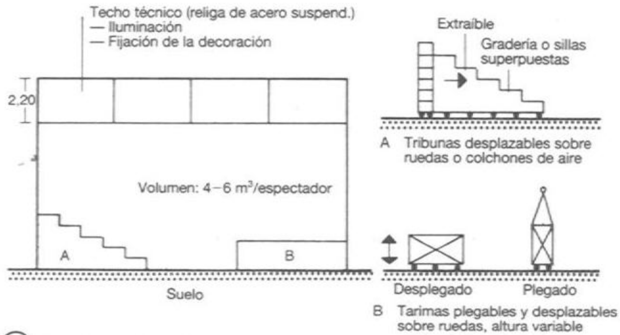
⑦ Teatro de pisos y visibilidad del escenario



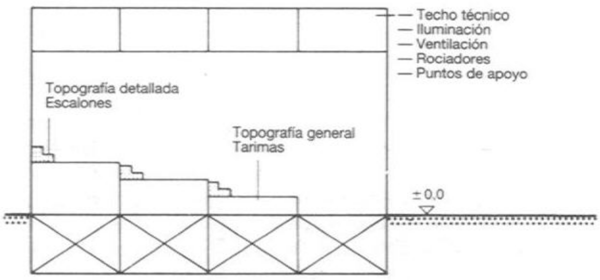


1 Variantes del espacio de representación. Tipo A

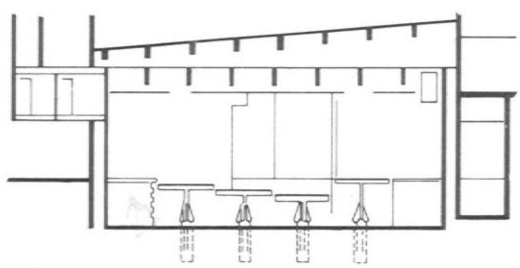
Otras posibilidades



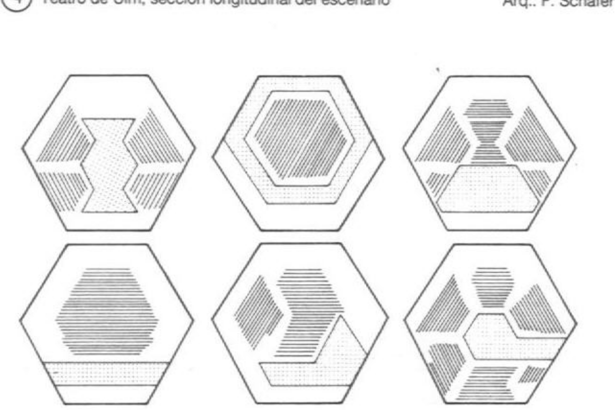
2 Espacio experimental para representaciones teatrales



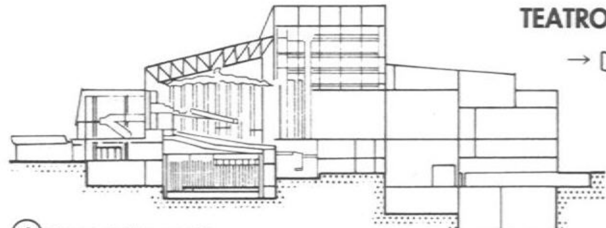
3 Croquis de un sistema de tarimas levadizas



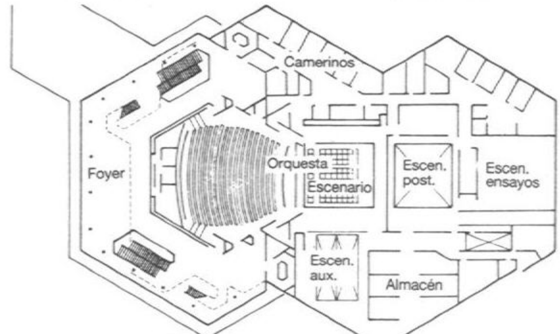
4 Teatro de Ulm, sección longitudinal del escenario Arq.: F. Schäfer



5 Escenario de Ulm, 6 posibilidades de disponer la superficie de representación → 4



6 Teatro de Ulm, sección



7 Planta de la platea → 6 Arq.: F. Schäfer



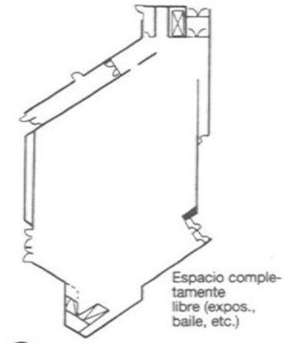
8 Variantes espaciales del Teatro Municipal de Münster; Edificio pequeño



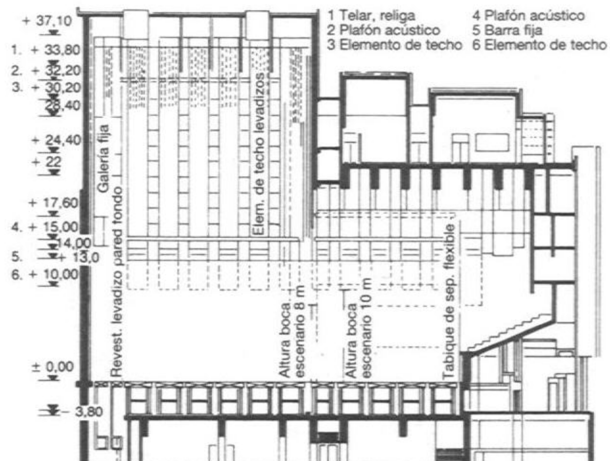
9 → 8



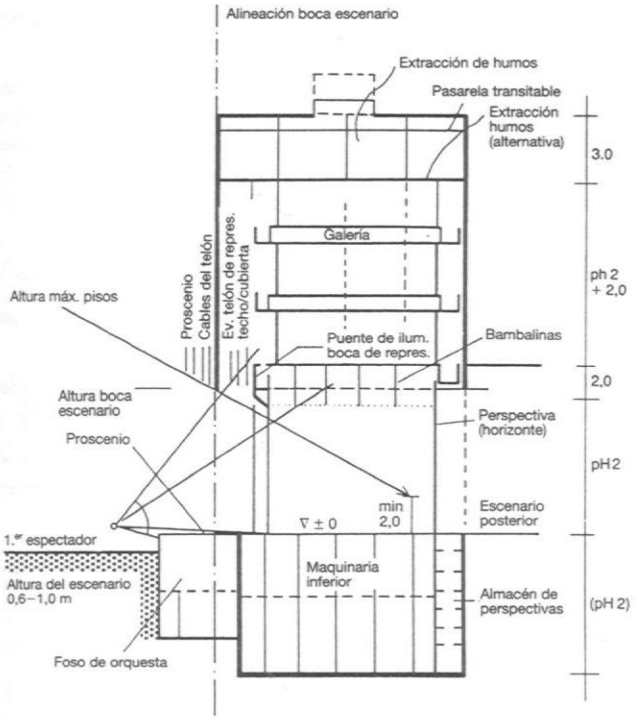
10 → 8



11 Arq.: V. Hausen, Rawe, Ruhnau



12 Sala modulable, Opera Bastille, París. Sección longitudinal Arq.: C. Ott



(1) Proporciones del escenario tradicional en sección (vista lateral)

Proporciones del escenario, escenario auxiliar y almacenes

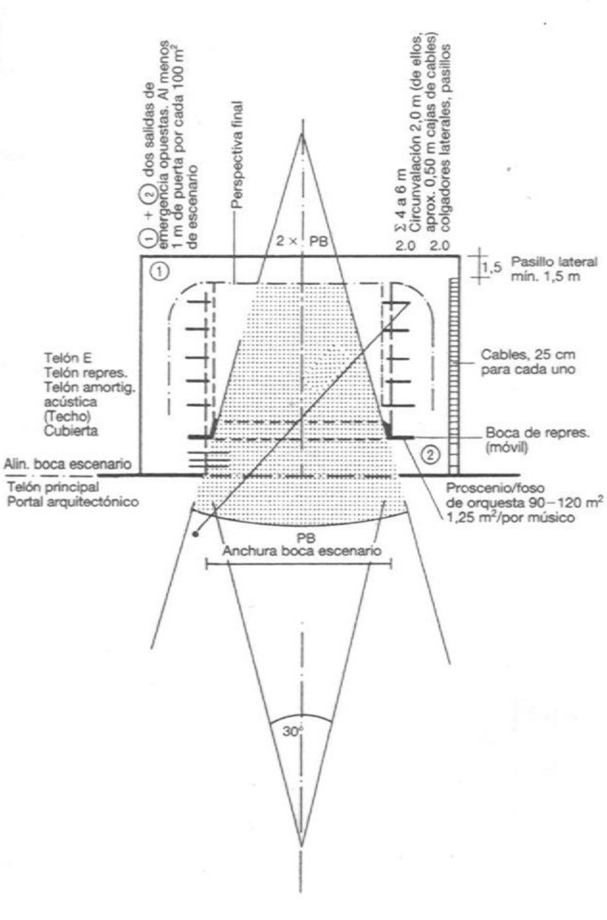
1. Se distinguen tres tipos de escenarios (según las ordenanzas de locales para espectáculos públicos) válidas para establecimientos con una capacidad para más de 100 espectadores.
Esta normativa define diferentes formas de escenarios.

Escenario grande:
Superficie escénica de más de 100 m^2. Techo del escenario a más de 1 m por encima de la boca del escenario. Para el escenario completo es imprescindible un telón de protección de acero que separe la sala de espectadores, en caso de peligro, del escenario. La normativa también obliga a una clara separación entre escenario y sala de espectadores para el uso.

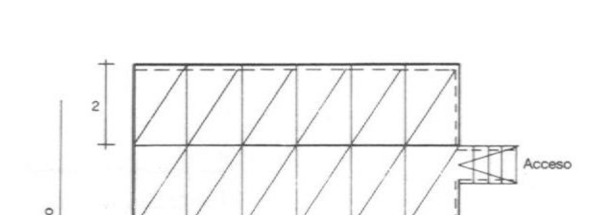
Escenario pequeño:
Superficie inferior a 100 m^2, sin posibilidades de ampliación (escenarios auxiliares), techo del escenario a menos de 1 m por encima de la boca del escenario; los escenarios pequeños no necesitan un telón de acero.

Superficie destinada a representaciones:
Tarimas elevadas en la sala sin galería superior para decorados. Lo específico de estas superficies se encuentra en la normativa sobre telones y decorados. Afectan al uso y no a la planificación del escenario. Los espacios experimentales se incluyen en este caso.

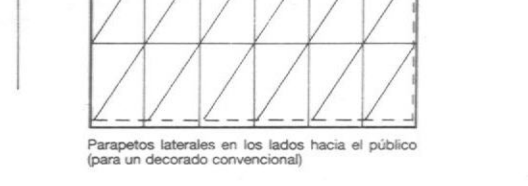
2. Proporciones del escenario
Las proporciones del escenario son el resultado de las líneas visuales de la sala de espectadores. Se considera superficie del escenario la superficie de representación, los pasos circundantes y las superficies de trabajo. Principio constructivo de un gran escenario tradicional → (1) – (2).
Las superficies móviles de representación están formadas por tarimas de altura variable o levadizas. La variabilidad de la forma se consigue mediante una subdivisión de la superficie en elementos individuales. Módulo base: 1 × 2 m → (3) – (4).



(2) Proporción del escenario tradicional en planta



(3) Superficie de representación (escenario)



(4) Escenario, planta

Superficies auxiliares del escenario (escenarios auxiliares) y técnicas de transformación

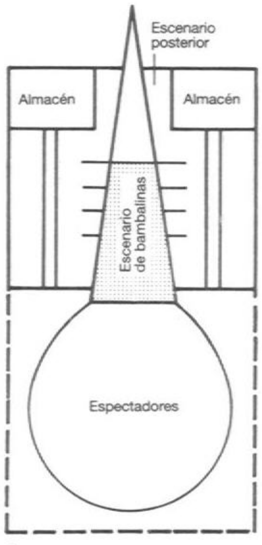
El sistema clásico de escenografía de los siglos XVIII y XIX sólo conocía el escenario principal; la transformación se realizaba —en un espacio reducido y con sorprendente rapidez— mediante bambalinas correderas. Un pequeño escenario trasero tenía por misión proporcionar espacio para perspectivas profundas del escenario → ①.

El escenario moderno tiene escenografías plásticas (decorados).

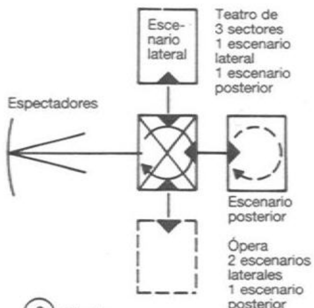
Las transformaciones exigen escenarios auxiliares, para que se puedan transportar los decorados.

Además del transporte de decorados existen otras técnicas de transformación: → ② – ③.

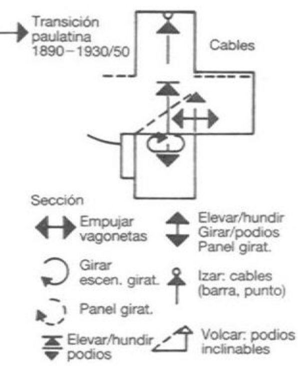
La ópera exige dos escenarios laterales y 1 escenario trasero → ⑥ – ⑦. En los pequeños teatros de 3 sectores basta con 1 escenario lateral y otro posterior → ④ – ⑤.



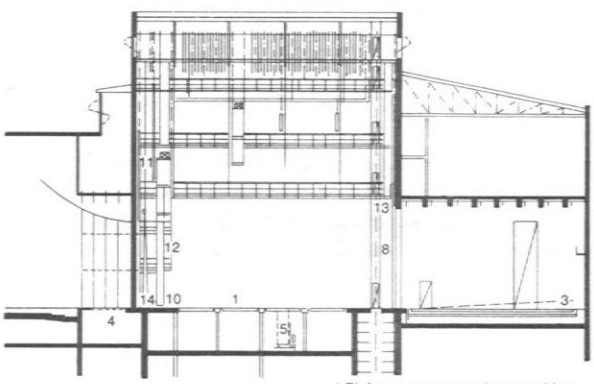
① Técnicas de transformación
Sistema clásico de escenario de los siglos XVIII y XIX



② Planta

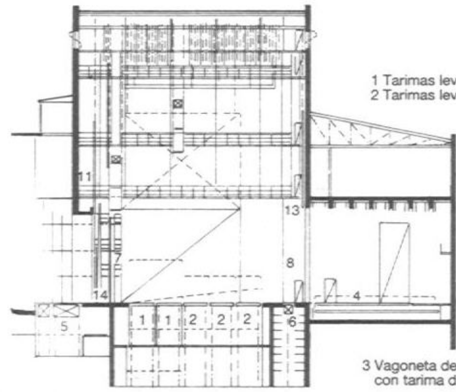


③ Escenario moderno



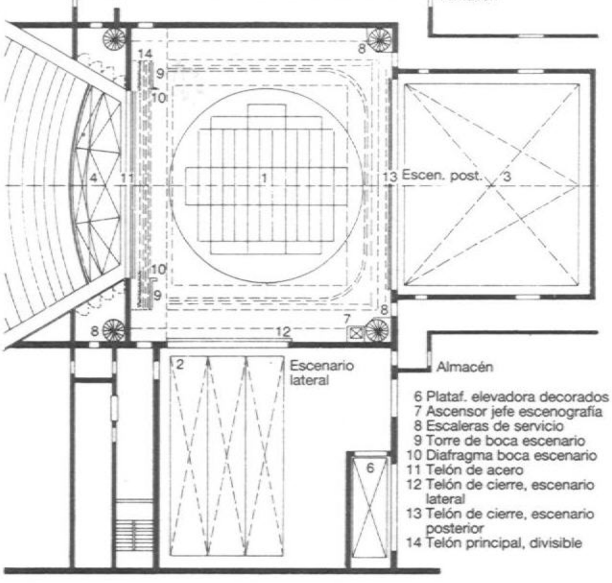
④ Sección típica de un teatro de 3 sectores → ⑤

1 Plafones y soportes desmontables
2 Guías laterales con tarimas de nivelación
3 Vagoneta del escenario posterior con panel giratorio, inclinable
4 Cubrición manual foso orquesta
5 Elemento elevable



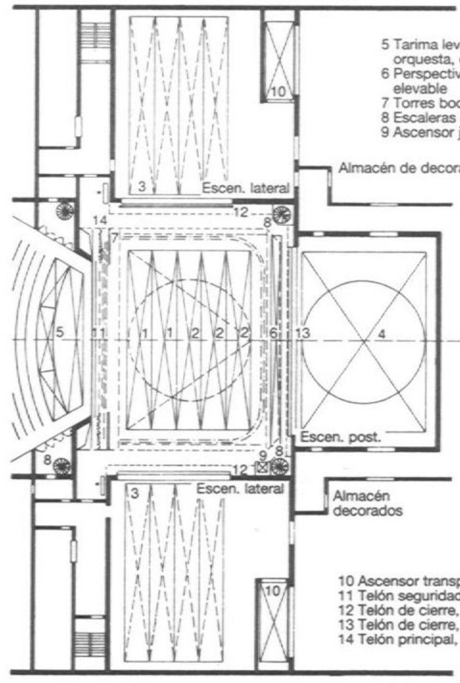
⑥ Sección tipo. Ópera → ⑦

1 Tarimas levadizas, de dos pisos
2 Tarimas levadizas, de un piso
3 Vagoneta del escenario lateral con tarima de nivelación
4 Vagoneta del escenario posterior con panel giratorio y tarimas de nivelación



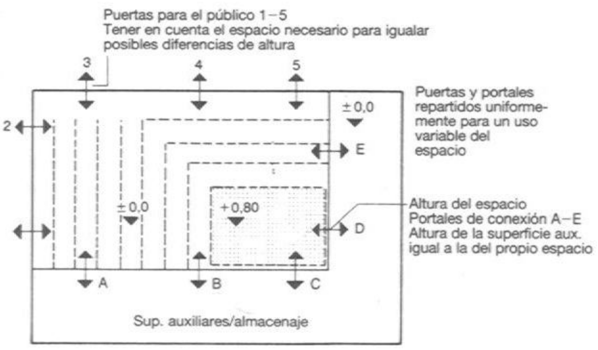
6 Plataf. elevadora decorados
7 Ascensor jefe escenografía
8 Escaleras de servicio
9 Torre de boca escenario
10 Diafragma boca escenario
11 Telón de acero
12 Telón de cierre, escenario lateral
13 Telón de cierre, escenario posterior
14 Telón principal, divisible

⑤ Planta tipo. Escenario de un teatro de 3 sectores

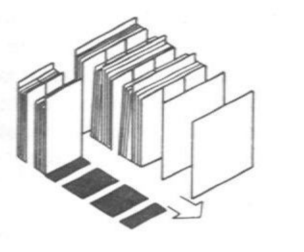


5 Tarima levadiza para la orquesta, divisible
6 Perspectiva escenogr. elevable
7 Torres boca escenario
8 Escaleras de servicio
9 Ascensor jefe escenografía
10 Ascensor transp. decorados
11 Telón seguridad de acero
12 Telón de cierre, escenario lateral
13 Telón de cierre, escenario posterior
14 Telón principal, divisible

⑦ Planta tipo. Ópera

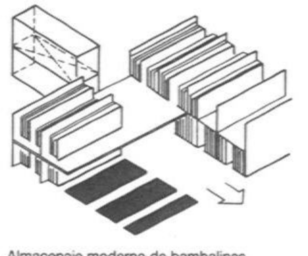


(1) Superficies auxiliares/almacenaje



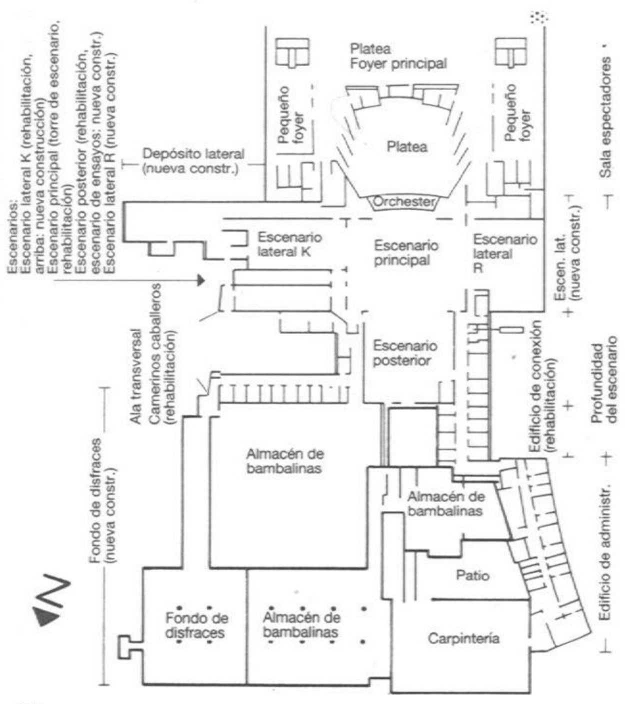
Almacenaje tradicional de bambalinas
— De pie en boxes, transporte manual, elevado porcentaje de superficie de circulación, altura: 9–12 m
— Tumbadas en boxes, transporte manual, elevado porcentaje de superficie de circulación

(2) Almacenaje



Almacenaje moderno de bambalinas
— Carga de contenedores a lo largo del escenario lateral, o de una superficie especial de almacenaje
— Transporte de contenedores a depósitos del exterior
— Almacenaje en estanterías de varias plantas, dirigido por computadora

(3) Almacenaje → (5)



(4) Deutsche Oper de Berlín, planta

Superficies auxiliares

Los escenarios necesitan superficies auxiliares para los decorados y un lugar donde dejar las tarimas y tribunas. La superficie auxiliar debería tener un tamaño similar al escenario. El espacio necesario como depósito se calcula a partir del volumen que ocupan las tarimas y tribunas plegadas. La superficie auxiliar más la superficie de depósito es aproximadamente el 30 % del espacio total.

En las superficies de representación se suele emplear un número considerablemente menor de decorados que en los escenarios normales, puesto que es necesaria visión de la superficie de representación desde varios lados.

Normas que limitan el empleo de decorados por motivos de seguridad → (1).

Los depósitos sirven para guardar objetos y decorados escenográficos. Se distingue entre: depósitos para decorados, perspectivas, muebles y accesorios, depósitos de disfraces, sombreros, zapatos, máscaras, pelucas, luminarias, etc., los depósitos de decorados y disfraces son los que necesitan mayor superficie.

Depósito de decorados:

En el caso de elementos pesados es preciso que esté situado al nivel del escenario e inmediatamente al lado suyo. Para dimensionar los depósitos de decorados y disfraces se ha de partir del número de escenificaciones incluidas en el repertorio.

En los teatros, generalmente de 10 a 12 piezas, en las óperas hasta 50 puestas en escena y más.

Por cada pieza/escenificación se necesita aprox., como espacio de depósito, del 20 al 25 % de la superficie de representación, es decir, en los teatros unas tres veces la superficie del escenario y en las óperas al menos 10 veces. La práctica demuestra que con el tiempo, los depósitos siempre llegan a ser demasiado pequeños, por lo que los teatros y las óperas suelen tener depósitos fuera de sus edificios.

Las grandes exigencias de transporte han obligado a introducir las técnicas de transporte y almacenaje más modernas: sistemas de contenedores con almacenaje dirigido por computadora.

Por escenificación aprox. 2–4 contenedores (en óperas especiales se puede llegar hasta 12 contenedores).

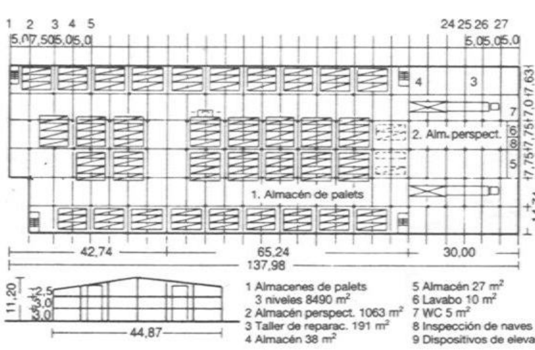
Ejemplos:

Deutsche Opera de Berlín: depósitos directamente conectados al escenario → (4).

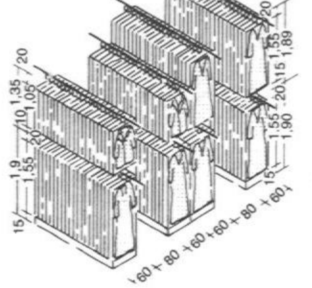
Teatro Nacional de Mannheim: almacenaje en contenedores fuera del edificio → (5).

La superficie necesaria para almacenar los disfraces depende también del número de escenificaciones incluidas en el repertorio y del tamaño de la compañía, por ejemplo, además de los actores, coro y ballet.

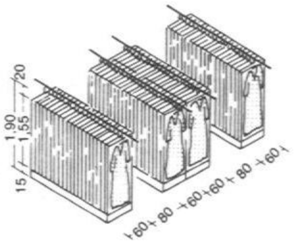
Espacio necesario para los disfraces: 1–12 cm disfraz o 1–15 disfraces por ml de barra → (6)–(7).



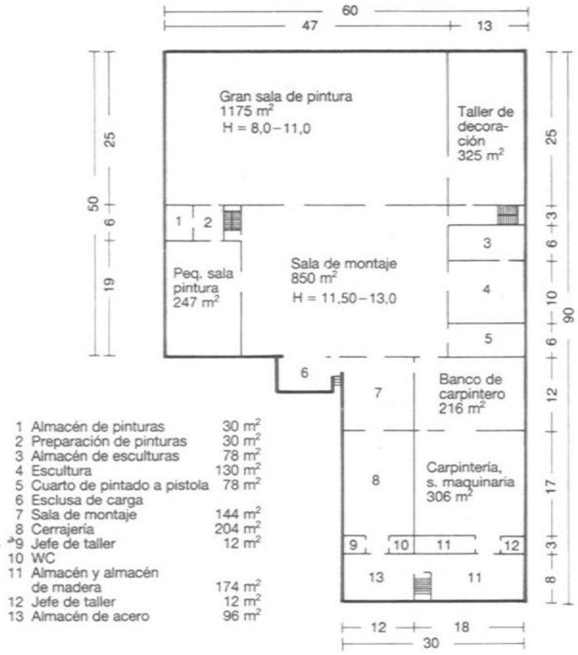
(5) Depósito de bambalinas. Teatro Nacional de Mannheim. Planta baja y sección   Arq. e instalaciones: Biste y Gerling



(6) Almacenaje de disfraces en dos niveles en barras fijas



(7) En un nivel → (6)



(1) Edificio de talleres/Planta baja

Arq. e instalaciones: Biste y Gerling

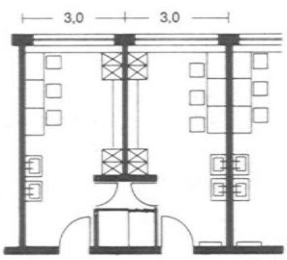
Talleres, salas de personal y salas de ensayos

1. Talleres para la fabricación de decorados.
En 1927 el escenógrafo Kranich exigía en su libro *Bühnentechnik der Gegenwart (Las técnicas escenográficas en la actualidad)* que los talleres se alojaran fuera de los teatros por el peligro de incendios y la escasa disponibilidad de espacio para trabajar
Por regla general, en los antiguos teatros los talleres eran casi inaccesibles. En la actualidad, al proyectar un teatro se han de incorporar en una posición adecuada. Motivos: mantener el clima de trabajo específico y positivo existente en el teatro (identificación con el trabajo). Sin embargo, debido a motivos de espacio y economía, en los grandes teatros los talleres se alojan en edificios anexos. La superficie necesaria para talleres en teatros de tamaño medio (teatros y teatros de 3 sectores) equivale a 4–5 veces la superficie del escenario principal. En las grandes óperas y teatros equivale hasta 10 veces la superficie del teatro. Situar los talleres a un solo nivel, tanto en el propio edificio como en el exterior.

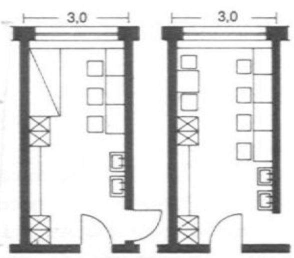
Los talleres de decorados se dividen en:
a) Sala de pintura: la superficie se ha de dimensionar de manera que se puedan colocar en el suelo dos grandes perspectivas u horizontes curvos para pintarlos a la vez. Tamaño medio de un horizonte curvo: 10 × 36 m.
Posibilidad de dividir la sala mediante una cortina densa, para poder realizar trabajos de pintado a pistola. Calefacción en el suelo para secar las perspectivas recién pintadas. Pavimento de madera para atirantar las telas. Junto a la sala de pintura ha de estar la sala de coser para unir los paneles. Tamaño: aprox. 1/4 de la sala de pintura.
b) Carpintería: subdivisión en sala con banco de trabajo y maquinaria. Pavimento de madera. Almacén de madera con capacidad para 3 a 10 producciones.
c) Tapicería: aprox.: 1/10 de la sala de pintura.
d) Cerrajería: igual que carpintería, pavimento de mortero.
e) Taller de ocultación: tamaño como b) o d).
f) Los talleres se han de agrupar en torno a una sala de montaje. Esta sala sirve para el montaje de ensayo de los decorados. Superficie equivalente a la superficie del escenario. Ha de tener 2 m más de altura que la boca del escenario, diámetro: 9–10 m.
g) Se han de prever vestuarios, aseos y salas de estar (cantina) para el personal técnico y una oficina para los directivos técnicos. Talleres adicionales para arcilla, iluminación y disfraces. Tamaño según los requisitos de cada teatro (intensidad de producción, equipamiento, personal).

2. Salas para el personal:
Personal artístico, intendencia, administración.
Históricamente, las salas para el personal se situaban —desfavorablemente para el funcionamiento del teatro— a ambos lados del escenario: a la izquierda para las actrices y a la derecha para los actores. En la actualidad, las salas para el personal se disponen a un solo lado, frente al sector técnico, en varios pisos. También suelen alojarse en ese lugar los talleres para pintar máscaras, talleres de disfraces, administración e intendencia.

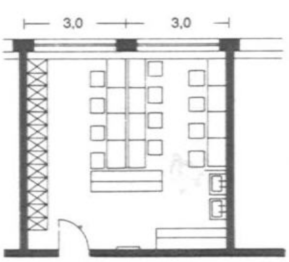
Camerinos: → (2) – (9) plantas tipo.



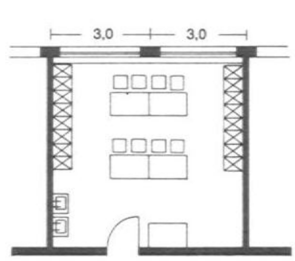
(2) Camerinos para solistas ≧ 3,8–5 m²/persona



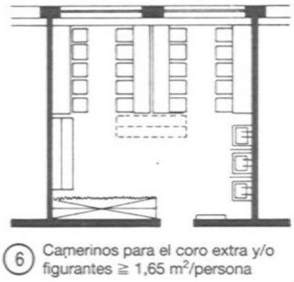
(3) Camerinos para solistas ≧ 5 m²/persona



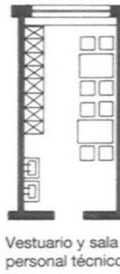
(4) Camerinos para el coro ≧ 2,75 m²/persona



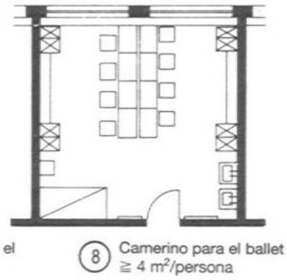
(5) Vestuario y sala de afinar para los miembros de la orquesta ≧ 2 m²/persona



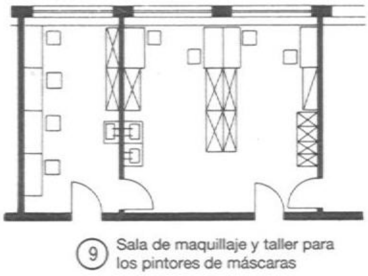
(6) Camerinos para el coro extra y/o figurantes ≧ 1,65 m²/persona



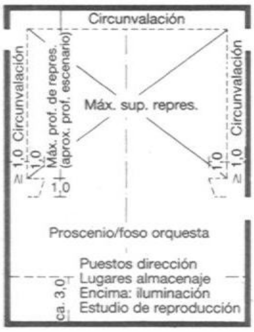
(7) Vestuario y sala de estar para el personal técnico



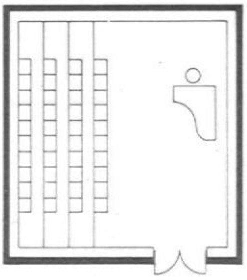
(8) Camerino para el ballet ≧ 4 m²/persona



(9) Sala de maquillaje y taller para los pintores de máscaras

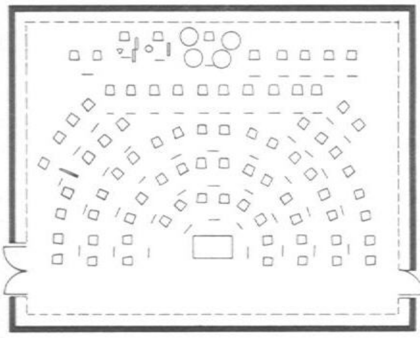


① Gran escenario de ensayo. Planta tipo



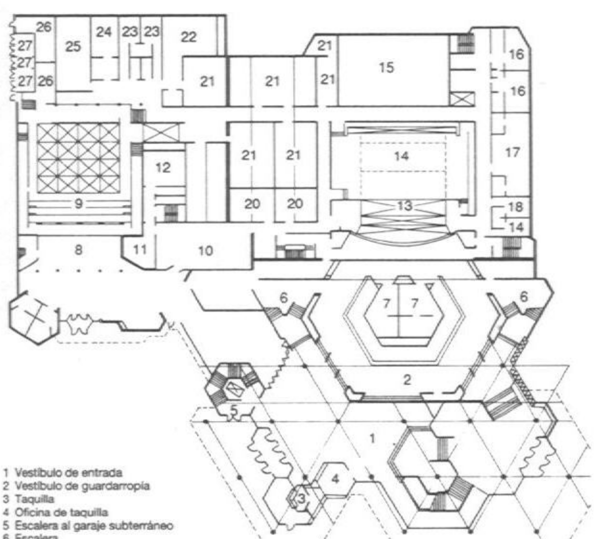
Aprox. 1,4 m^2/cantante; al menos 50 m^2
Aprox. 7 m^3/cantante

② Sala de ensayo para el coro. Planta tipo



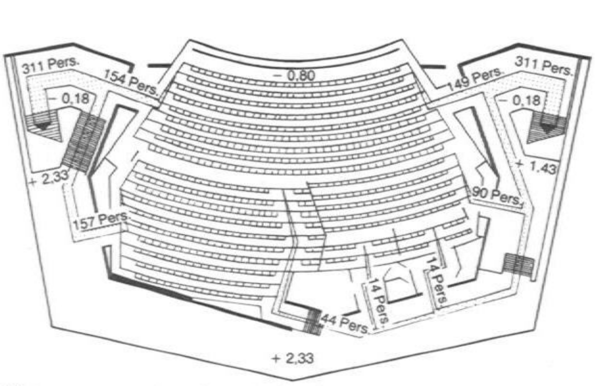
Aprox. 2,0–2,4 m^2/músico
Aprox. 8,0–10,0 m^3/músico

③ Sala de ensayo para la orquesta/planta tipo



1 Vestíbulo de entrada
2 Vestíbulo de guardarropía
3 Taquilla
4 Oficina de taquilla
5 Escalera al garaje subterráneo
6 Escalera
7 WC público
8 Vestíbulo del estudio
9 Estudio
10 Cantina
11 Cocina
12 Almacén de la cocina
13 Foso de la orquesta
14 Escenario inferior
15 Sala de ensayos
16 Figurantes
17 Coro
18 Director de música
19 Director de orquesta
20 Sala para afinar
21 Almacén
22 Taller eléctrico
23 Camerinos
24 Cuarto de baterías
25 Cuadro eléct. baja tensión
26 Cuadro eléct. media tensión
27 Estación transformadora

④ Planta de acceso. Teatro municipal de Heilbronn — Arqs.: Biste y Gerling



⑤ Plan de evacuación del Teatro Municipal de Trier (626 plazas)

Arq.: G. Graubner y H. Schneider
Instalaciones: A. Zotzmann, 1964

Salas de ensayo: todo teatro necesita al menos 1 escenario de ensayo para dejar libre el escenario principal. Por ejemplo, en un teatro pequeño: en el escenario los decorados de la obra en cartel, en el escenario de ensayo, pruebas de la próxima representación.

Dimensiones en función del tamaño del escenario principal. Planta tipo del escenario de ensayo de un teatro tradicional → ①. En los teatros de 3 sectores y en las óperas se necesita además una sala de ensayo para la orquesta → ③, el coro → ②, solistas y ballet.

Teatro experimental, aunque en forma reducida, también necesita salas de ensayo y para el personal, talleres y depósitos, cuando tiene una programación continua.

Cuartos de instalaciones: cuartos para el transformador eléctrico, para los cuadros eléctricos, para las baterías de emergencia, para la instalación de aire acondicionado y para el suministro de agua (alimentación de la instalación de rociadores). Depende de las características del emplazamiento y el planeamiento técnico.

Salas para el público:

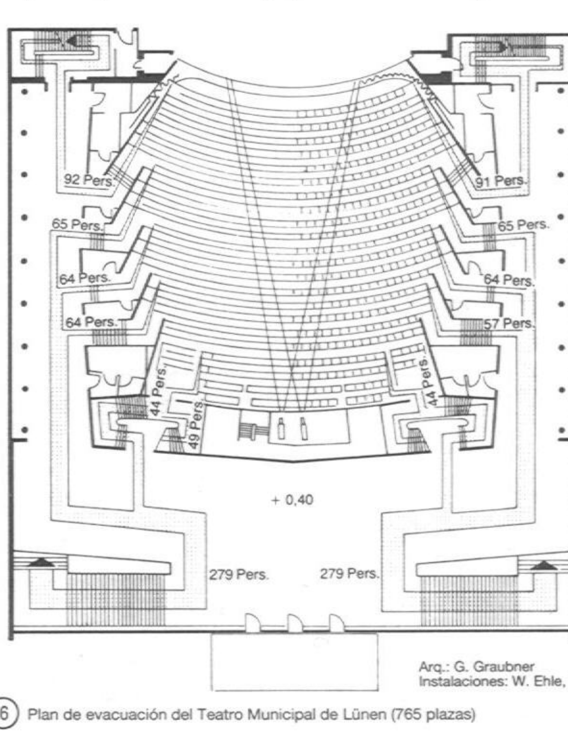
1. Las óperas clásicas italianas sólo poseían unos accesos y escaleras estrechos. No había un verdadero *foyer*. En cambio, las grandes salas para el público de la ópera de París impresionan por sus dimensiones. El incendio del teatro vienés en 1881 provocó grandes cambios en la construcción de teatros. A partir de entonces se exigieron para el público cajas de escaleras de emergencia cerradas y separadas para todos los pisos. Esta exigencia aún sigue parcialmente en vigor.

2. En los teatros tradicionales, los *foyers* se dividen en: el verdadero *foyer* (salón de descanso), restaurante (bufet), *foyer* para fumadores. Superficie del *foyer:* 0,8–2,0 m^2/espectador. El valor realista está comprendido entre 0,6 y 0,8 m^2/espectador. En la actualidad ha variado la función del *foyer*. En el proyecto se ha de prestar especial atención al diseño de las paredes, el pavimento y el techo, así como a la altura de las salas; se ha de prever también la realización de exposiciones y la representación de obras.

Guardarropas: (4 m por cada 100 visitantes). En la actualidad a veces se instalan taquillas. 1 taquilla para cada 4 visitantes. El *foyer* es también sala de espera y un lugar donde se forman colas. Junto al *foyer* se han de colocar unos aseos, generalmente 1 WC/100 personas. 1/3 de la superficie para caballeros y 2/3 para señoras. Como mínimo un aseo para caballeros y otro para señoras.

Vestíbulo (cortavientos) con las taquillas de venta de entradas, diurnas y nocturnas, que deberían enfrentarse.

Accesos exteriores, recorridos de evacuación, en función de las características del emplazamiento → p. 425 ④ – ⑤ y ordenanzas locales: representativo en una plaza urbana, en un parque o junto a una calle, o incorporado en un complejo edificatorio de mayor entidad.

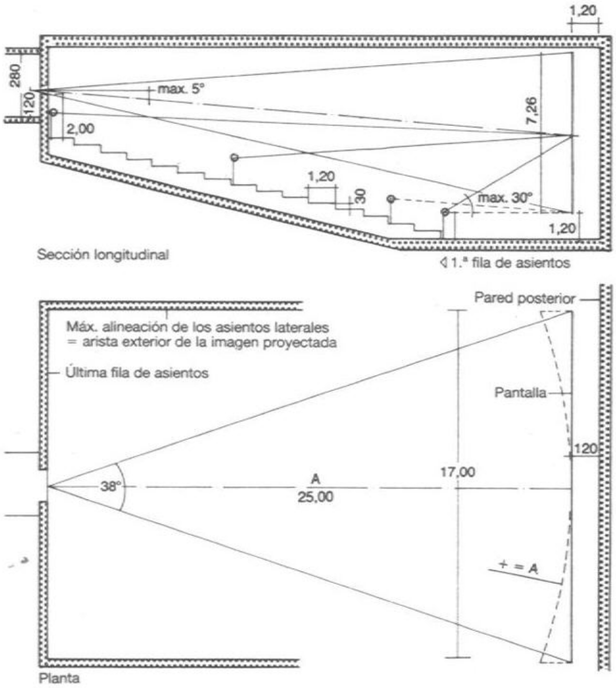


Arq.: G. Graubner
Instalaciones: W. Ehle, 1958

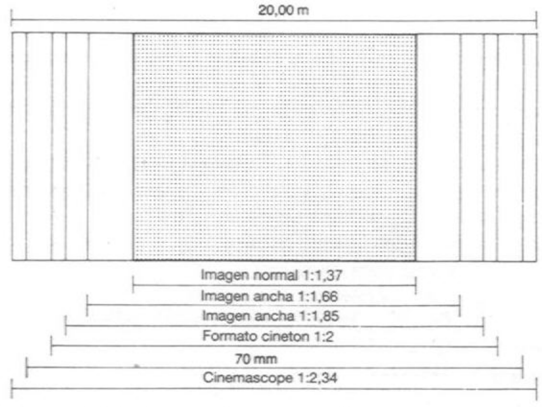
⑥ Plan de evacuación del Teatro Municipal de Lünen (765 plazas)

Antes de realizar el proyecto es conveniente solicitar el asesoramiento de una empresa especializada.

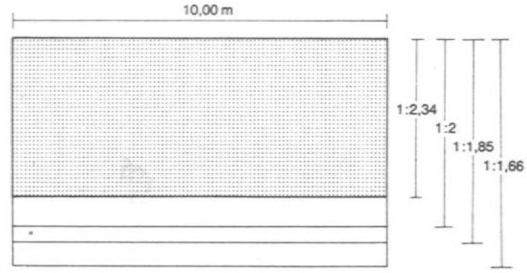
Proyección de imágenes: con la introducción de las películas de seguridad ya no se necesitan muros cortafuegos en la sala de proyección.
El operador atiende a varios proyectores, la sala de proyección ya no es una sala de estancia permanente; debe cumplir los siguientes requisitos: 1 m de separación desde el proyector a la pared posterior y al lado de servicio; 2,80 m de altura; extracción e impulsión de aire; absorción acústica hacia la sala de espectadores.
Películas con una anchura de 16 mm, 35 mm y 70 mm. El centro del rayo de proyección no debe desviarse más de 5°, en horizontal o vertical, del centro de la pared de proyección; en caso contrario se ha de reconducir a través de espejos de reflexión → (1).
Las películas se proyectan generalmente a través de dos proyectores. En la actualidad se está imponiendo la proyección automatizada a través de 1 proyector, con un plato horizontal, para proyección continua de 4000 m de película, con mando a distancia para el control de varias salas de proyección. La película transmite automáticamente señales de mando para todas las funciones del proyector, cambio de objetivo, iluminación de la sala, iluminación de la pared de proyección y del telón.
Tamaño de las imágenes proyectadas: depende de la distancia entre el proyector y la pantalla y tienen una relación de 1:2,34 entre sus lados (cinemascope), o de 1:1,66 (imagen ancha) cuando la sala de espectadores es más estrecha. El ángulo desde el centro de la última fila de espectadores hasta el canto exterior de la imagen no debe sobrepasar los 38° en cinemascope = distancia de la última fila de asientos: pantalla = 3:2 → (2) – (3).
Pantalla: separación entre la pantalla y la pared posterior: al menos 1,20 m; esta separación se puede reducir en función del tamaño de la sala y del sistema de proyección empleado, hasta 50 cm, para la colocación del reproductor de sonido.
La pantalla debe estar perforada (permeable al sonido). Una plataforma transitable o una cortina la limitan lateralmente. Las grandes pantallas se curvan con el radio equivalente a la distancia respecto a la última fila de asientos.
El canto inferior de la pantalla ha de estar como mínimo a 1,20 m por encima del suelo → (1).
La sala de espectadores: no ha de recibir luz del exterior, aparte de la iluminación de emergencia. Construir las paredes y el techo con materiales que no reflejen la luz (con colores que no sean demasiado claros). Los espectadores han de estar sentados dentro de los límites de las aristas laterales de la imagen proyectada. Desde la primera fila de asientos el ángulo de visión de la imagen entera ha de ser menor de 30°.



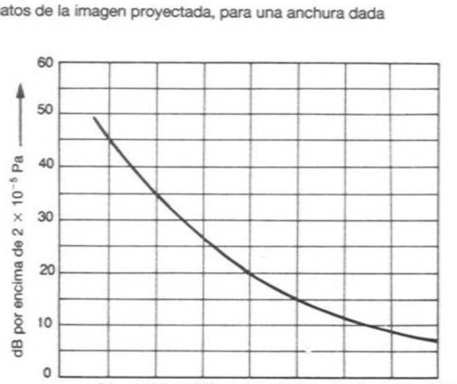
(1) Sala de espectadores óptima



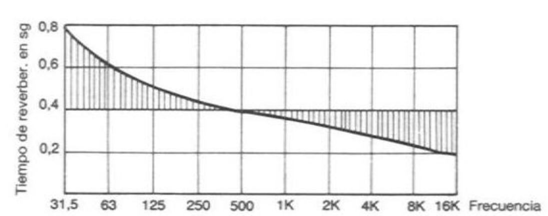
(2) Formatos de la imagen proyectada, para una altura dada



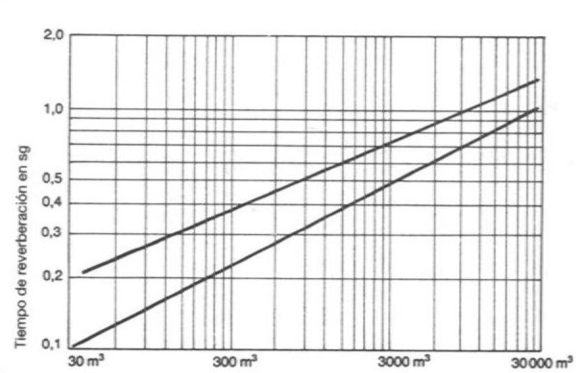
(3) Formatos de la imagen proyectada, para una anchura dada



(4) Umbral sonoro admisible

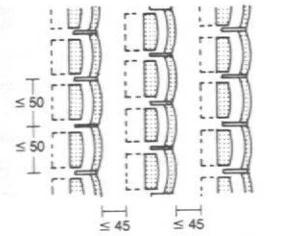


(5) Tiempo de reverberación admisible en función de la frecuencia

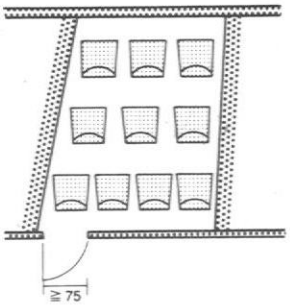


(6) Tiempos de reverberación en relación con el volumen del espacio

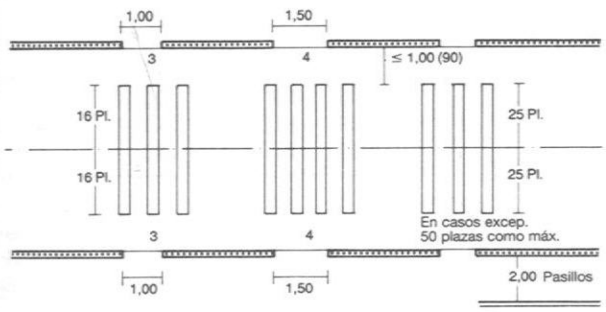
→ 📖



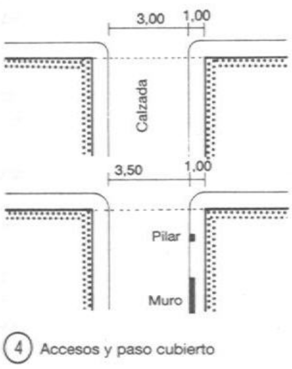
(1) Filas de asientos y separación mínima



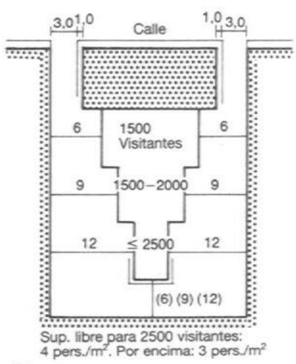
(2) En los palcos no puede haber más de 10 sillas sueltas; para cada persona se necesita una superficie ≥ 0,65 m²



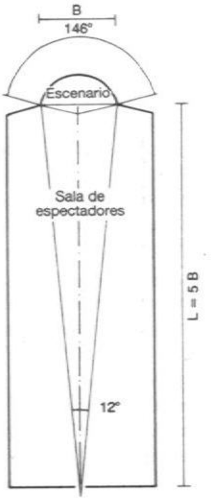
(3) Asientos



(4) Accesos y paso cubierto



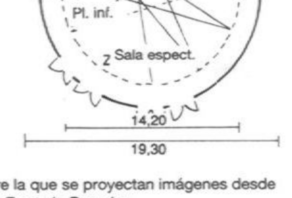
(5) Separación a los lindes del solar



(6) Sala de espectadores para películas planas



(7) Sala de espectadores para películas panorámicas



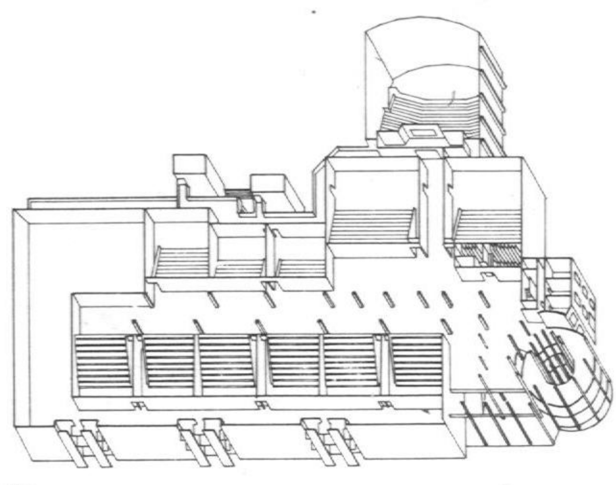
(8) Circarama. Pantalla circular (360°), sobre la que se proyectan imágenes desde 11 proyectores sincronizados. Ejemplo: Expo de Bruselas

La pendiente máxima admisible del pavimento es del 10 % y los desniveles salvados con un escalón han de tener una altura máxima de 16 cm en pasillos de 120 cm de anchura → (1). A cada lado del pasillo se pueden colocar 16 asientos como máximo → (3).

Acústica:
Las salas de espectadores contiguas han de estar separadas con paredes con un aislamiento acústico de 85 dB 18 000 – 20 000 Hz, → p. 408 (4).
Superficies de reflexión acústica en el techo, con una reverberación reducida. El tiempo de reverberación puede ser mayor al aumentar el volumen de la sala y decrece de las frecuencias graves a las altas de 0,8 a 0,2 segundos → p. 424 (6). La pared situada detrás de la última fila de asientos debería aislarse contra el eco. Los altavoces se distribuyen de manera que no haya una diferencia en la intensidad acústica mayor a 4 dB.

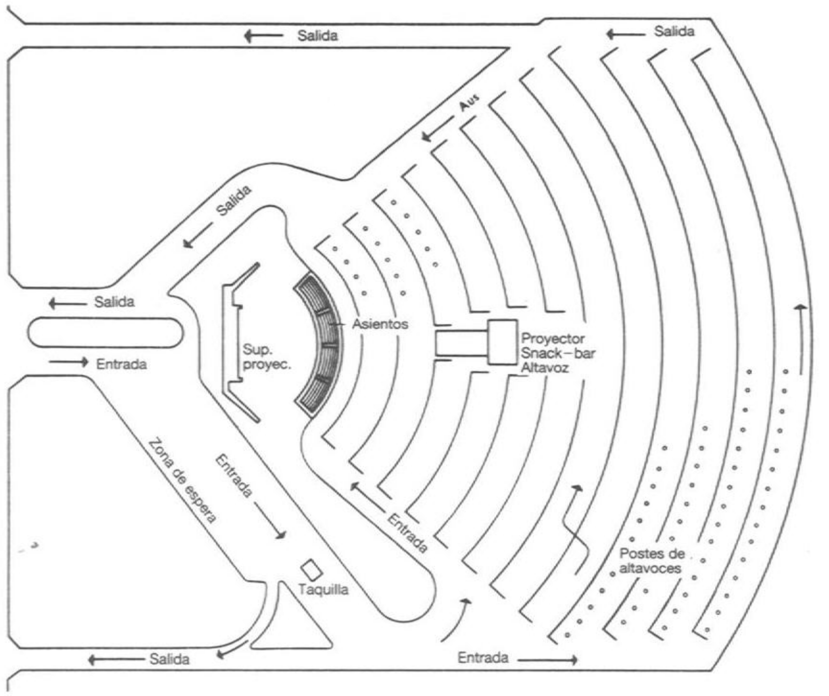
Reproducción del sonido:
Actualmente, además de la reproducción mono, ya es necesario el sistema dolby de reproducción estéreo con 4 canales, ya que así, junto a las 3 combinaciones de altavoces detrás de la pantalla, queda un cuarto canal para altavoces suplementarios en los laterales y en el fondo de la sala.
Para películas de 70 mm con 6 canales magnéticos de sonido, se necesitan las correspondientes combinaciones adicionales de altavoces detrás de la pantalla.
En los BXT, detrás de la pantalla existe una pared de absorción acústica, según el sistema Lucas, en la que se empotran las combinaciones de altavoces.

Taquillas
Funcionan con sistemas electrónicos de reserva y expedición de entradas.
En las grandes instalaciones, existen palcos para fumadores y familias con niños, con una separación resistente al fuego o con aislamiento acústico adicional y medios especiales de reproducción sonora. En un palco convencional caben de 5 a 10 espectadores.
Los nuevos cines suelen albergar varias salas de proyección en combinación con otras actividades de ocio, deporte y compras para toda la familia en un mismo recinto.
Posibilidad de utilización para seminarios y reuniones.
En la periferia de ciudades con un aparcamiento adecuado.
Cinépolis de Bruselas con un parque de tiempo libre, 27 salas de proyección con 7500 plazas (150 y 700 por sala) y pantallas de 12 × 8 m hasta 29 × 10 m → (9).

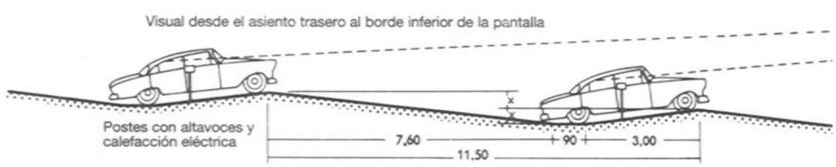


(9) Cinépolis de Bruselas — Arq.: Peter de Gelder

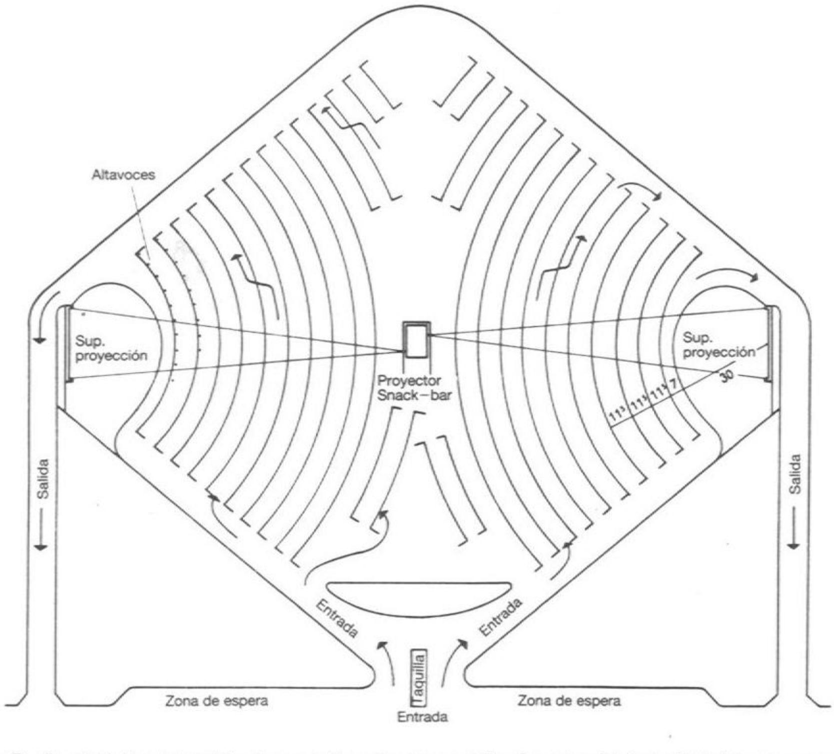
→ 📖



① Cine *drive–in*, en forma de sector circular, con rampas concéntricas y cabina de proyección baja, que sólo ocupa dos filas



② Forma y dimensiones de las rampas; desnivel entre las plazas en función de la altura de la imagen proyectada



③ Cine doble. Una única cabina de proyección para ambas pantallas. Con esto existe la posibilidad de empezar un pase de película cuando la otra se encuentra a la mitad. Todos los demás espacios, taquillas, bar, aseos, etc., son comunes

En los cines *drive–in*, los espectadores no abandonan su automóvil.
El espacio está habilitado por rampas; número máximo de vehículos con buena visibilidad: ≤ 1000–1300. Generalmente entre 450 y 500 automóviles → ①.

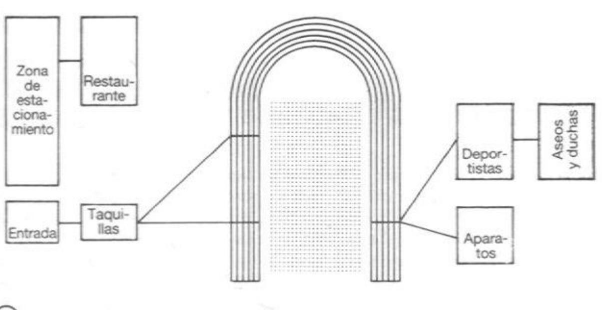
N.º de coches	N.º de rampas	Distancia entre pantalla y última rampa en m
500	10	155
586	11	170
670	12	180
778	13	195
886	14	210
1000	15	225

Situación. Junto a una autopista, cerca de una estación de servicio y un restaurante. Apantallado de manera que la luz y el ruido no molesten a los coches que circulan por la autopista.
Rampas con una pendiente formando ondas para elevar la parte anterior de los coches y garantizar también a los ocupantes de los asientos traseros una buena visibilidad de la pantalla por encima del techo de los demás vehículos → ②.
Entrada con zona de espera para no provocar colas en la carretera. Paso rodado por delante de las taquillas, para poder comprar las entradas desde el coche → ①.
Salida, preferiblemente abandonando la rampa por delante.
Superficie, ejecutada de manera que no levante polvo, ni sea resbaladiza cuando esté mojada.
Número de taquillas: 1 para 300 coches, 2 para 600, 3 para 800 y 4 para 1000.
Tamaño de la pantalla, en función del número de coches; para 650 coches: 14,50 × 11,30 m, para 950 coches: 17,0 × 13,0 m. La pantalla debería colocarse en el lado norte o a levante, para poder adelantar la hora de proyección. Según las latitudes es conveniente situar la pantalla en una construcción sólida.
La pantalla del autocine H–H Billbrook, en los alrededores de Hamburgo, tiene 36 m de altura y 15,5 m de anchura.
La elevación por encima del suelo depende de la pendiente de las rampas y del ángulo de visibilidad. Las pantallas con un poco de inclinación distorsionan menos las imágenes. La pantalla y su estructura de soporte han de resistir las cargas de viento.
Prever algunas **filas de asientos**; también es deseable que exista una zona de juegos para los niños.
El **edificio de proyección** suele estar en el centro, a 100 m de distancia de la pantalla.
La **cabina de proyección** alberga el proyector, un generador y el sistema de amplificación del sonido.
Reproducción sonora, preferiblemente con altavoces que puedan colocarse en el interior de los coches. Se pueden disponer en postes para cada dos coches con una separación de 5 m, de forma que todos los espectadores puedan coger un altavoz para situarlo en su vehículo.
Calefacción en los postes de altavoces, eventualmente conexión para la calefacción del propio vehículo.

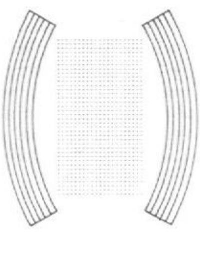
ESTADIOS

INSTALACIÓN GLOBAL → 🕮

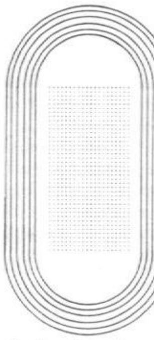
Información: Instituto Federal del Deporte, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Carl-Diem-Weg 4, 5000 Colonia 41



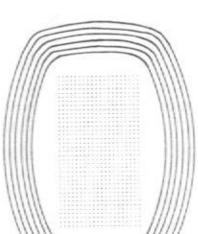
(1) Sistema en forma de U



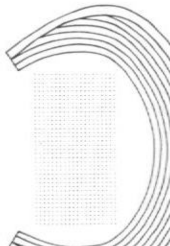
(2) Estados Unidos: doble segmento circular



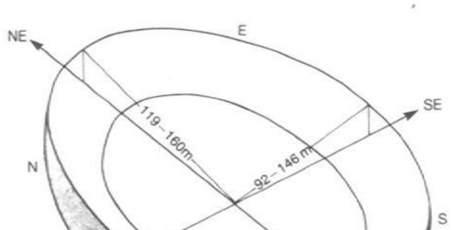
(3) Amsterdam: laterales rectos y fondos semicirculares



(4) Rotterdam: rectángulo curvilíneo. Sólo para fútbol



(5) Budapest: herradura con eje de simetría transversal



(6) El alcance visual determina las dimensiones del estadio

Los estadios de la Antigüedad, cuya grandiosidad no se ha llegado a superar (Circo Máximo de Roma: 180 000 espectadores), nos sirven aún en la actualidad como modelos ejemplares para nuestras instalaciones deportivas. Como medida básica para un campo de juego se parte de la superficie de un campo de fútbol (70 x 109 m), más la pista de carreras que lo rodea → p. 431. La forma básica de la superficie de juego se aproxima bastante a la elíptica utilizada en la Antigüedad. Los movimientos de tierra para la construcción de un estadio consisten, en general, en rebajar el terreno que ocupa la superficie total a edificar para, después, disponer las tierras obtenidas en forma de terraplenes alrededor del núcleo. Urbanísticamente, un estadio debe estar en armonía con el paisaje circundante y disponer de amplias vías de acceso, buena comunicación con los medios de transporte público (paradas de metro, autobús, tranvía), zonas de estacionamiento de gran superficie, etc. Deben evitarse emplazamientos en zonas industriales o en la proximidad de fábricas aisladas que puedan producir contaminación ambiental (humos, olores, ruidos, etc.). Las instalaciones destinadas a la práctica de deporte se consideran equipamientos públicos y, por consiguiente, deben integrarse dentro de los espacios verdes del plan urbanístico de la ciudad. El eje de los primeros estadios se orientaba, según la época en la que transcurrían las competiciones, en dirección E-O o N-S → (6); en Europa se suele disponer el eje en dirección nordeste-sudoeste, para que el sol quede a la espalda del mayor número de espectadores. De ahí que las entradas principales quedan situadas en la fachada Este. Una separación adecuada entre las taquillas y los accesos al edificio evita las grandes aglomeraciones y facilita el flujo de espectadores hacia los diversos accesos que permiten, a través de escaleras y pasillos, ganar la media altura de la tribuna desde donde se distribuyen hasta las filas superiores e inferiores → (7). Ya Vitruvio recomendaba para la pendiente de las gradas, con o sin asientos, una relación de 1:2 —óptima desde el punto de vista acústico y visual—. Actualmente, con la instalación de altavoces, la pendiente de las gradas depende tan sólo de la visibilidad. La trayectoria visual de los espectadores de una fila no debe quedar interferida por los espectadores que ocupan la fila inmediata inferior, según estas condiciones el perfil de las gradas es una curva parabólica. La mejor visibilidad corresponde al segmento central de los lados mayores.

La anchura de accesos y escaleras se calcula para el flujo de salida de espectadores que, al contrario de lo que ocurre a la entrada, se produce simultáneamente. Según C. van Eestern, cada 5000 espectadores precisan 7 min para desalojar el estadio de Amsterdam → (3) por las escaleras existentes de 9,5 m de anchura (en los Ángeles 12 min, en Turín 9 min). Por consiguiente, 1 espectador utiliza 1 m de anchura de escalera en:

$$\frac{9{,}5 \times 420}{5000} = 0{,}8 \text{ s}$$

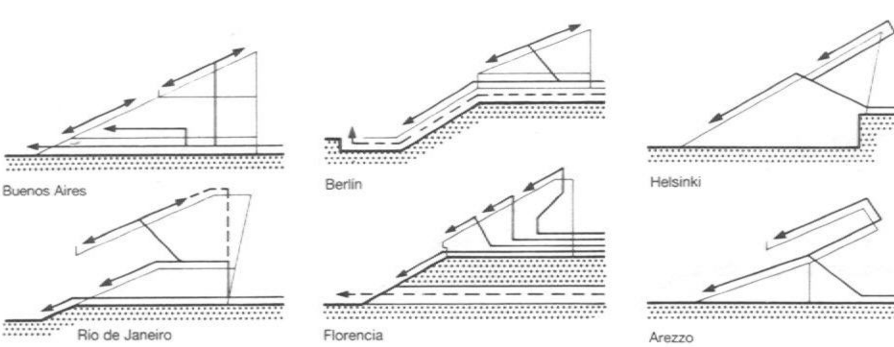
o bien en 1 segundo, por cada metro de anchura de escalera pasan:

$$\frac{5000}{9{,}5 \times 4{,}20} = 1{,}25 \text{ espectadores}$$

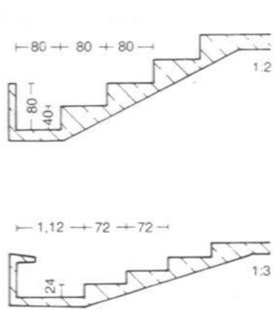
La fórmula que sirve para calcular la anchura de escalera en relación con el tiempo de desalojo deseado y un determinado número de espectadores es:

$$\text{anchura en m} = \frac{\text{n.° de espectadores}}{\text{tiempo de desalojo en s} \times 1{,}25}$$

Los aseos previstos deben estar bien comunicados con las tribunas. Un estadio para 20 000 espectadores precisa varias salas para prestar primeros auxilios. Sala de reposo y asistencia de 15 m², botiquín de 2 m² y 2 WC con sifón. Para estadios con 30 000 o más espectadores se ha de prever un espacio de 15 m² para los cuerpos de seguridad (policía, bomberos). Las cabinas para los comentaristas se sitúan en la tribuna principal y han de tener buena visibilidad al campo de juego. Se calculan unos 1,5 m² por cabina. Detrás de cada 5 cabinas para comentaristas se ha de prever una sala de conexiones de 4 m². Plazas de estacionamiento para turismos: 1 cada 4 espect. y plazas de estacionamiento para autobuses privados.

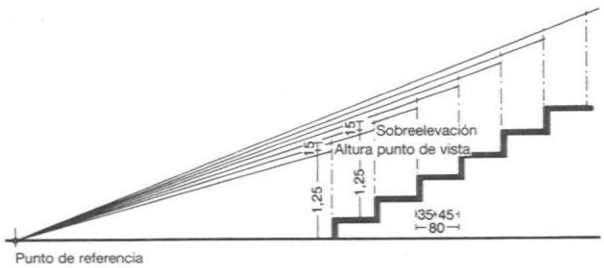


(7) Esquemas de circulación de algunos campos de competición



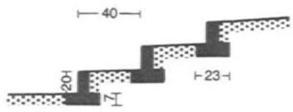
(8) Secciones de diferentes tipos de gradas

INSTALACIÓN GLOBAL → 📖
INSTALACIONES PARA LOS ESPECTADORES
ZONAS DE ESPECTADORES E INVITADOS DE HONOR

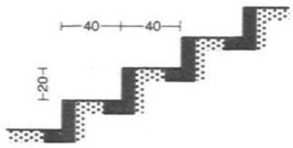


(1) Construcción gráfica de las líneas visuales

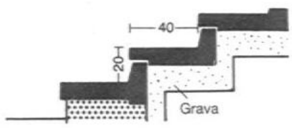
Localidades de pie



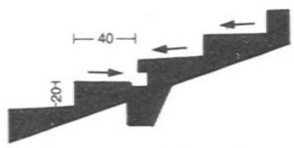
(2) Colocación de piezas de hormigón



(4) Gradas en forma de L

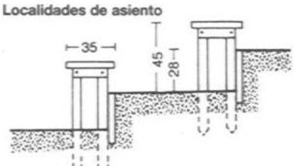


(3) Gradas en forma de L

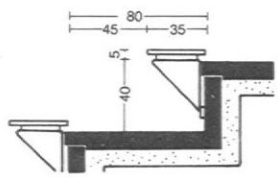


(5) Gradas de hormigón armado con pendientes y desagües

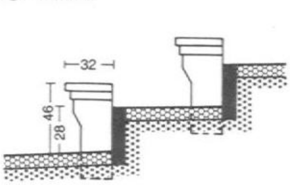
Localidades de asiento



(6) Bancos de madera con tabicas de madera



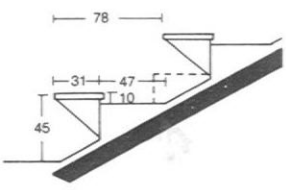
(8) Asientos sobre estribos clavados en los soportes de hormigón



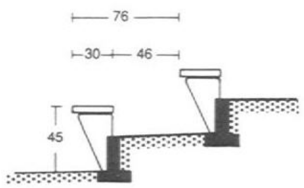
(7) Asientos antepuestos a las gradas de hormigón



(10) Asientos de piezas prefabricadas de hormigón



(9) Losa inclinada de hormigón armado y gradas con asientos de hormigón ligero



(11) Asientos sobre estribos de acero empotrados en el hormigón

Los proyectos han de cumplir el Reglamento General de Policía de espectáculos públicos y actividades recreativas y demás normas aplicables, que pueden variar de una región a otra. En las normas se fijan los requisitos que deben cumplir los pasillos de circulación, escaleras, rampas y zonas de espectadores.

En estadios con una capacidad inferior a 10 000 espectadores, suelen construirse las tribunas de espectadores en los lados laterales (mejores condiciones de visibilidad, puesto que las distancias entre campo de juego y espectador son relativamente reducidas); en estadios mayores se distribuyen alrededor de todo el campo de juego.

Puesto que las competiciones se celebran en la mayoría de los casos por las tardes, las localidades más apreciadas son las que están situadas en el lado oeste (por no producirse deslumbramiento).

Para mejorar las condiciones de visibilidad ha de existir suficiente desnivel entre filas consecutivas. En los estadios pequeños, con un máximo de 20 filas sin asientos o de 10 filas con asientos, la pendiente de las graderías puede ser lineal con una relación de 1:2. En los demás estadios se sustituye la pendiente lineal por una curva parabólica. Mediante la construcción gráfica de las trayectorias visuales, se determina la pendiente más adecuada para las localidades con asiento o sin asiento. El desnivel entre filas consecutivas será como mínimo de 12 cm para las localidades sin asiento y de 15 cm para las localidades con asiento → 📖.

LOCALIDADES CON ASIENTO

Por cada plaza sentada se calculan las siguientes dimensiones:
anchura de una plaza de asiento .... 0,50 m
profundidad de una plaza de asiento .... 0,80 m
Estas dimensiones se subdividen en:
superficie de asiento .... 0,35 m
superficie de circulación .... 0,45 m

Para las localidades de asiento puede optarse entre asientos corridos (bancos) y asientos individuales. Las plazas de asiento con respaldo son más cómodas. En función de la situación de los accesos, se permite colocar el siguiente número máximo de asientos entre dos pasillos consecutivos:
en filas de pendiente poco pronunciada .... 48 asientos
en filas con pendiente pronunciada .... 36 asientos

Las localidades con y sin asiento deben delimitarse con elementos de separación. Cada 750 plazas se ha de prever como mínimo 1 m de pasillo de emergencia (escalera, rampa o superficie plana).

LOCALIDADES DE PIE

Por cada plaza de pie se calculan las siguientes dimensiones:
anchura de una localidad de pie .... 0,50 m
profundidad de una localidad de pie .... 0,40 m

Cada 750 plazas se ha de prever como mínimo 1 m como pasillo de emergencia (escalera, rampa, superficie plana). Para evitar aglomeraciones peligrosas en las llegadas y salidas, las localidades de pie se han de subdividir en grupos o bloques con una capacidad de unos 2500 espectadores. Estos bloques han de tener accesos separados y estar claramente separados entre sí.

Los bloques de localidades de pie estarán previstos de los llamados «rompeolas». Desde cada localidad ha de haber, como máximo 10 filas, hasta un antepecho seguro de 1,10 m de altura aproximadamente. El empuje diagonal se ha de contrarrestar colocando los «rompeolas» de forma alterna (desplazada).

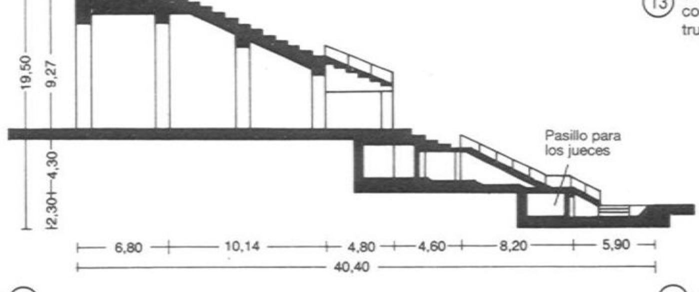
Para construir las gradas existen en el mercado piezas prefabricadas de hormigón → (8) + (10).

Invitados de honor. En los grandes estadios suele ubicarse un palco de honor cubierto, con sillas o sillones independientes.

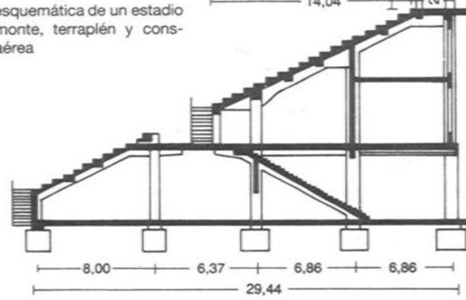
Marquesinas de tribuna. Debe intentarse cubrir el máximo número posible de localidades. El número de localidades cubiertas puede aumentarse superponiendo varias tribunas → (12) + (14). En el estadio olímpico de Berlín y en el de Viena se han sustituido las antiguas marquesinas por otras nuevas.



(13) Sección esquemática de un estadio con desmonte, terraplén y construcción aérea



(12) Sección del estadio olímpico de Berlín. Arq.: Prof. Werner March



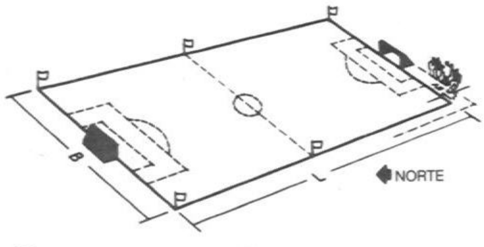
(14) Sección del estadio de Viena

Instalaciones deportivas

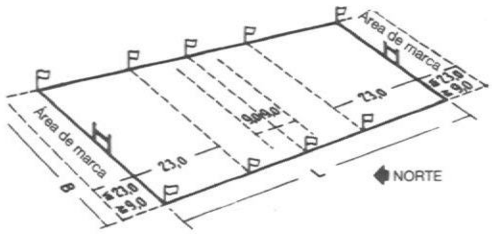
CAMPOS DE DEPORTES

→ p. 430

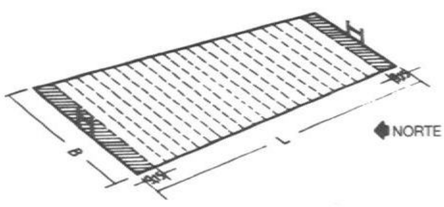
Dimensiones del campo en metros						
Deporte	Máximo L	B	Mínimo L	B	Reglamentario L	B
(1) Fútbol	120	90	30	45	105	70
(2) Rugby (europeo)	—	—	—	—	100	68,4
(3) Rugby (americano)	—	—	—	—	109,75	48,8
(4) Balonmano	110	65	90	55	—	—
(4a) Balonmano (juego a 7)	44	22	38	18	—	—
(5) Hockey	91	55	91	50	91	55
(6) Baloncesto alemán	—	—	—	—	60	25
(7) «Prellball»	—	—	—	—	16	8
(8) Voleibol	—	—	—	—	18	9
(9) Juego de pelota	—	—	—	—	50	20
(10) Lanzamiento de pelotas con honda	160	45	135	39	160	45
(11) Canasta para baloncesto	—	—	—	—	—	—
(12) Baloncesto	28	15	24	13	26	14
(13) Juego de la barra (Marro)	30	25	25	20	30	25
(14) Ciclo-pelota «indor»	15	12	12	9	—	—
(15) Tiro de pelota	—	—	—	—	25	70



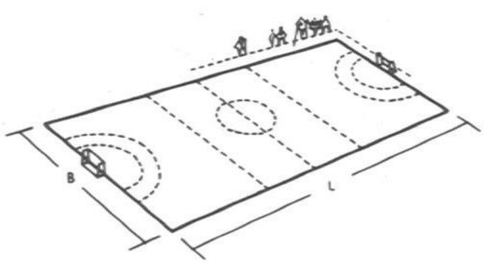
(1) Fútbol, porterías 7,32 × 2,44 m



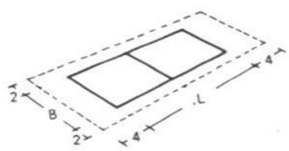
(2) Rugby (europeo), porterías 5,67 × 3,00 m



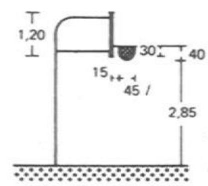
(3) Rugby (americano), porterías 5,50 × 3,05 m



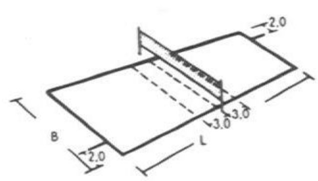
(4) Balonmano, porterías 7,32 × 2,44 m
Balonmano en pista cubierta, porterías 3,00 × 2,00 m



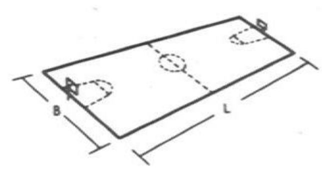
(7) Juego de pelota



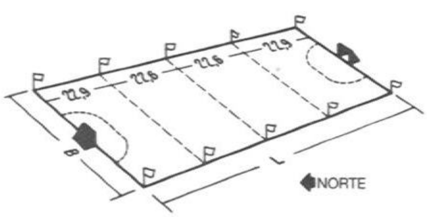
(11) Soporte reglamentario para las canastas de baloncesto → (12)



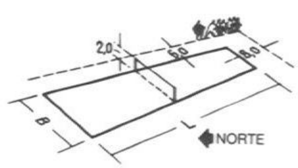
(8) Voleibol



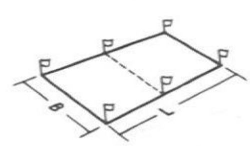
(12) Baloncesto → (11)



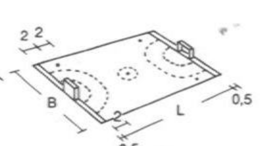
(5) Hockey, porterías 3,66 × 2,14 m



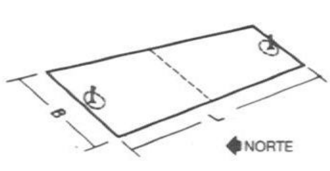
(9) Juego de pelota con puño cerrado



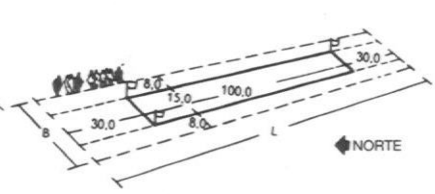
(13) Juego de la barra (Marro)



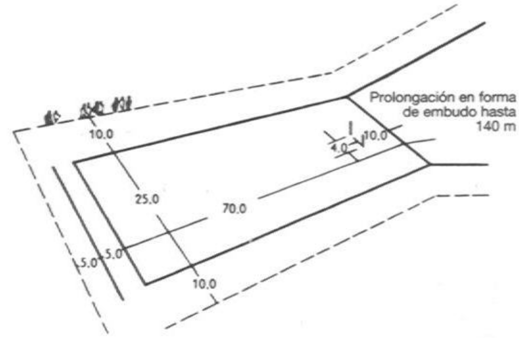
(14) Ciclo pelota «indor», ciclo-polo



(6) Baloncesto alemán, canasta ∅ 55 cm y 2,50 m de altura

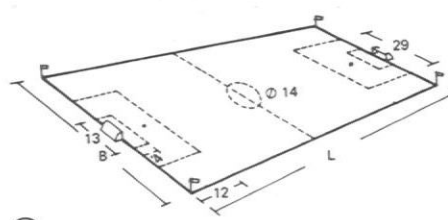


(10) Lanzamiento de pelotas con honda



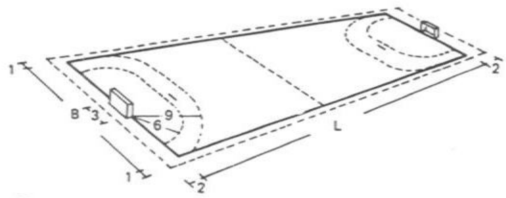
(15) Tiro de pelota, línea de meta a 1,50 m de altura

→ p. 429

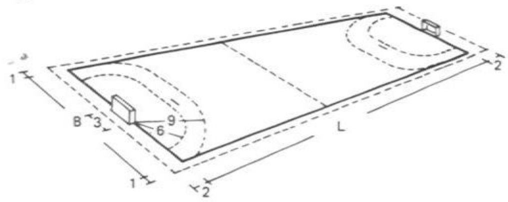


(1) Campo reducido de fútbol escolar

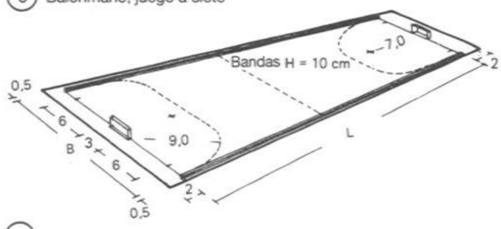
Dimensiones del campo en metros						
Deporte	Máximo		Mínimo		Reglamentario	
	L	B	L	B	L	B
(1) Campo reducido para fútbol escolar	70	40	40	20	44	22
(2) Fútbol sala	50	25	40	20	44	22
(3) Balonmano sala (pista cubierta)	—	—	—	—	44	22
(4) Hockey sala	40	20	36	18	44	22
(5) Baloncesto europeo (pista cubierta)	60	25	64	27	—	—
(6) Ciclo-pelota sobre hierba	—	—	—	—	60	40
(7) Lanzamiento de herradura	15	3	12	3	—	—
(8) Campos de croquet	—	—	—	—	20	4
(9) Pista de esgrima	24	2	13	1,80	—	—
(10) Bolos (boccia)	—	—	—	—	24	3
(11) «Shuffleboard»	—	—	—	—	17	3
(12) Minitenis	12,20	5,50	—	—	18,20	11,50
(13) «Softball»	—	—	—	—	18,29	18,29
[1)] Incluida la distancia de seguridad						



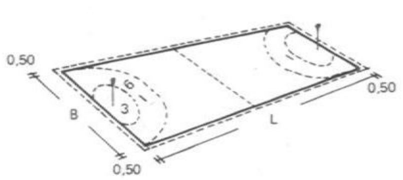
(2) Fútbol-sala, porterías 2 × 3 m



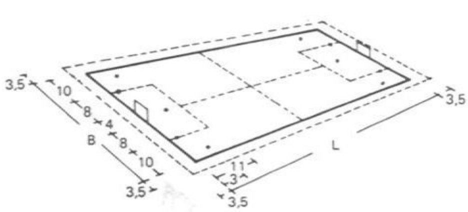
(3) Balonmano, juego a siete



(4) Hockey-sala



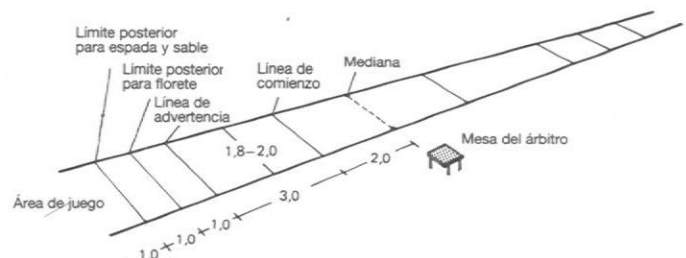
(5) Baloncesto (alemán), canasta ∅ 0,55; 2,5 m de altura (pista cubierta)



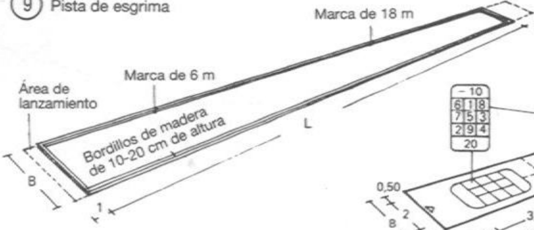
(6) Ciclo-pelota sobre hierba



(7) Lanzamiento de herradura



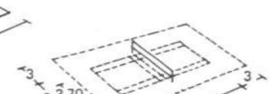
(9) Pista de esgrima



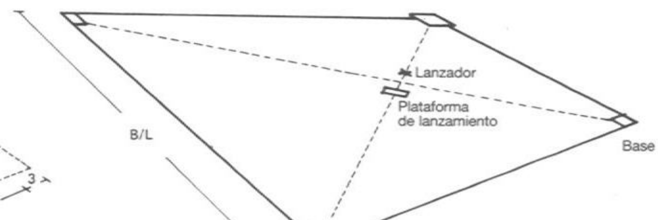
(10) Bolos (boccia)



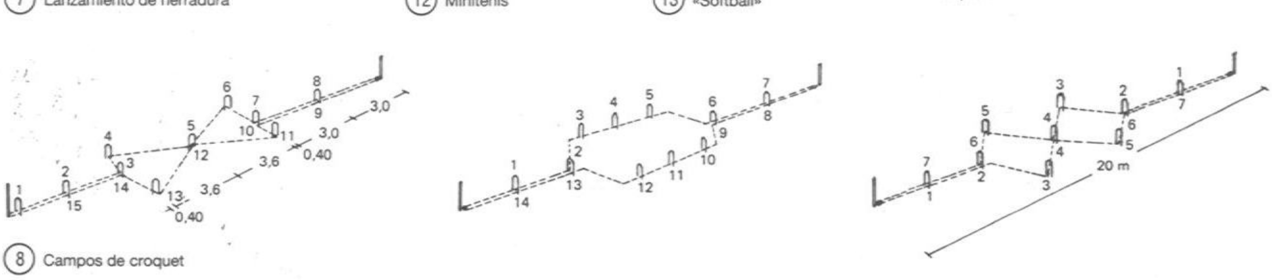
(11) «Shuffleboard» (juego del tejo)



(12) Minitenis

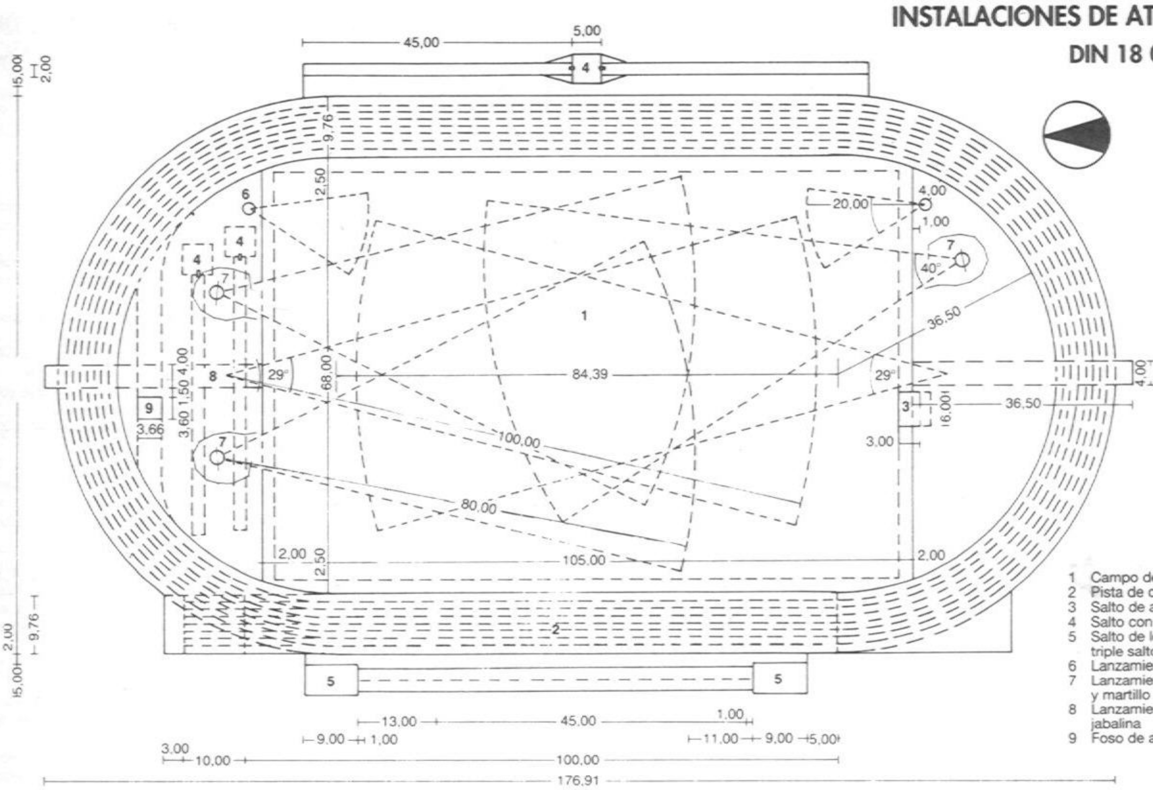


(13) «Softball»



(8) Campos de croquet

Instalaciones deportivas

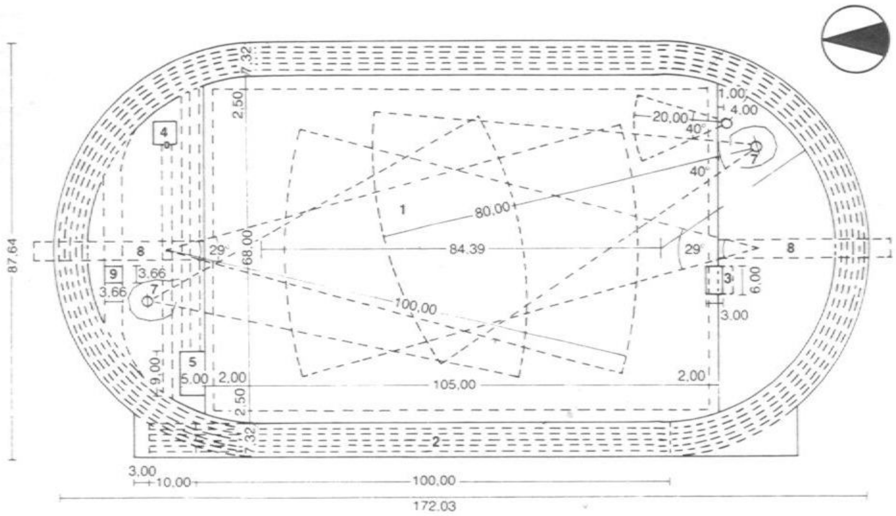


1 Campo de deporte
2 Pista de carreras
3 Salto de altura
4 Salto con pértiga
5 Salto de longitud y triple salto
6 Lanzamiento de peso
7 Lanzamiento de disco y martillo
8 Lanzamiento de jabalina
9 Foso de agua

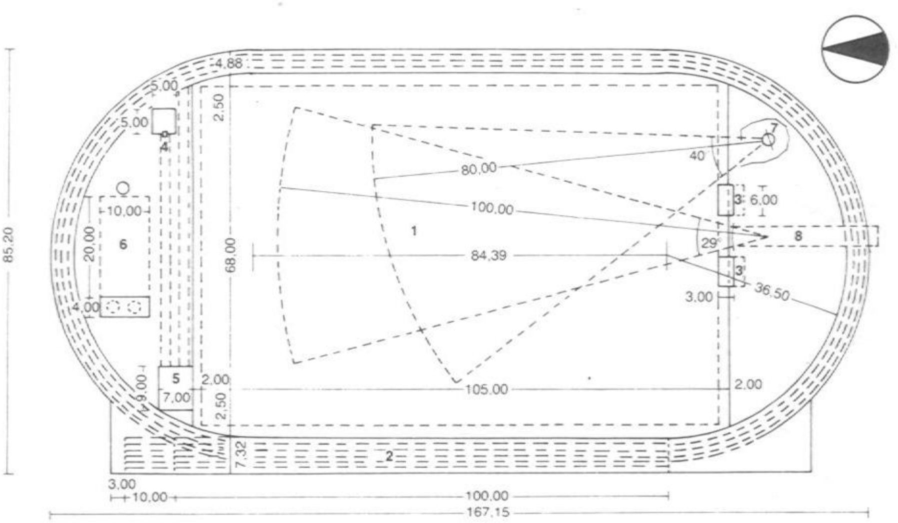
(1) Pista de competición tipo A

PISTAS DE CARRERAS

Información: Deutscher Leichtatlethik-Verbund
6100 Darmstadt



(2) Pista de competición tipo B



(3) Pista de competición tipo C

Pista de competición tipo A
se compone de una pista perimetral de 8 calles alrededor del campo de deporte interior; lanzamiento de peso, disco y martillo, instalaciones de salto de altura y lanzamiento de jabalina situadas en la zona sur; lanzamiento de peso, disco y martillo, lanzamiento de jabalina y foso con agua para carreras de obstáculos en la zona norte; instalación de salto con pértiga con 2 pistas de impulsión enfrentadas, paralelas a la recta este y en el exterior de la pista de carreras; foso de salto de longitud y triple salto, con dos pistas de impulsión enfrentadas, situadas en paralelo a la recta oeste y en el exterior de la pista de carreras.

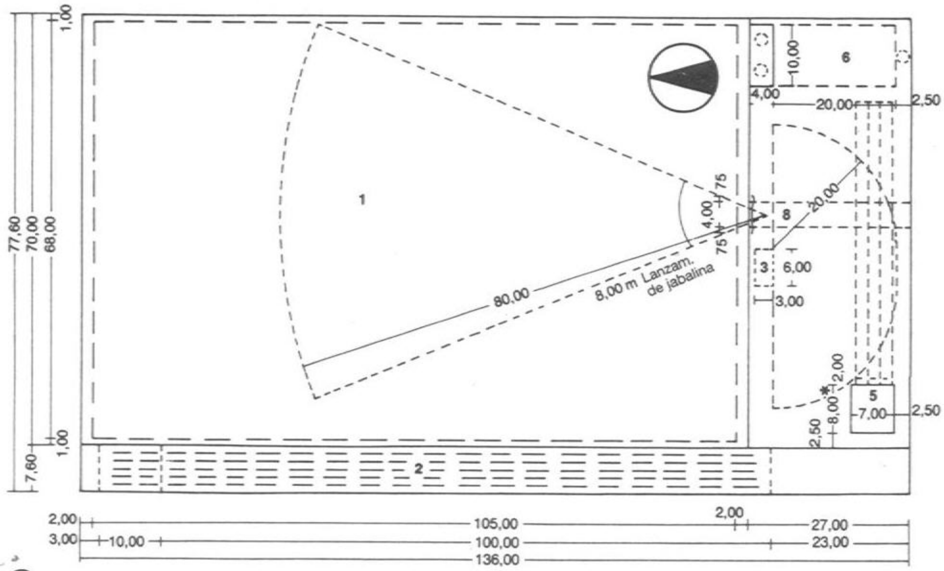
Pista de competición tipo B
se compone de una pista perimetral de 6 calles, campo de deporte interior; instalaciones de lanzamiento de peso, disco y martillo, salto de altura y lanzamiento de jabalina situadas en la zona sur; instalaciones de salto con pértiga, lanzamiento de jabalina, disco y martillo, salto de longitud y triple salto con tres pistas de impulsión, así como foso con agua para carreras de obstáculos, en la zona norte. Las instalaciones de salto con pértiga, de longitud y triple salto pueden disponerse también en la zona exterior a la pista perimetral de carreras.

Pista de competición tipo C
se compone de una pista perimetral de 4 calles, campo de deporte interior; instalaciones de lanzamiento de disco, martillo, de salto de altura y lanzamiento de jabalina, en la zona sur; instalaciones de salto con pértiga, lanzamiento de disco y martillo, salto de longitud y triple salto, con 3 pistas de impulsión e instalación de lanzamiento de peso, en la zona norte.

INSTALACIONES DE ATLETISMO

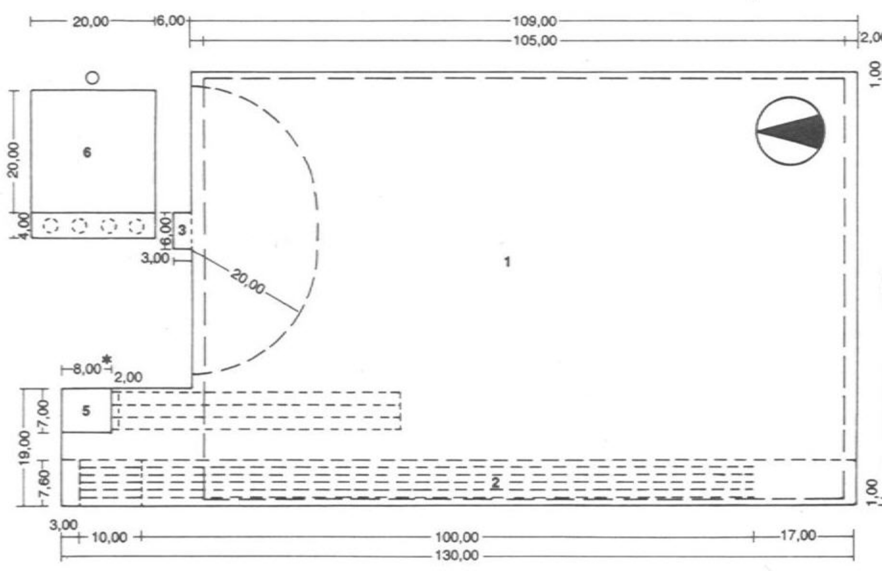
La pista de competición tipo D está provista de: → ①
4 a 6 calles para carreras de velocidad, lisas o con vallas, en pistas rectas.
1 campo de deporte de 68 × 105 m (70 × 109 m con zonas de seguridad).
1 instalación de entrenamiento de lanzamiento de peso, con dirección de lanzamiento hacia el sur.
1 instalación para salto de longitud y triple salto, con dirección de impulsión hacia el oeste.
1 instalación de salto de altura, con dirección de impulsión hacia el norte.
1 círculo de lanzamiento de peso, con dirección de lanzamiento hacia el norte.
1 instalación de lanzamiento de pelota, con dirección de lanz. hacia el norte.
1 campo de deporte reducido de 27 × 45 m (con zonas de seguridad incluidas).
Generalmente, el acabado de la pista de carreras del tipo D se realiza con una capa de tierra roja, aunque si la instalación se utiliza con frecuencia es más recomendable emplear un pavimento sintético.

Campo de deporte de gran superficie y utilización flexible. Dispone de un campo de deporte de gran superficie e instalaciones de atletismo fuera y dentro del campo. Se compone de: → ②
1 campo de deporte de 68 × 105 m (70 × 109 m con zonas de seguridad).
1 instalación de salto de altura, con dirección de impulsión hacia el norte, pasando por encima del campo de juego.
1 instalación de entrenamiento para el lanzamiento de peso, con dirección de lanzamiento hacia el este.
1 círculo para lanzamiento de peso, con dirección de lanzamiento hacia el oeste.
Para el entrenamiento de las disciplinas de lanzamiento se recomienda, por seguridad, un campo de lanzamiento propio. Este tipo de campo se compone de una de césped para la caída de tamaño aproximadamente igual al de un campo de deporte de gran superficie, con una zona de impulsión y de lanzamiento para jabalina, disco y martillo situada en el lado estrecho sur del campo → ③.

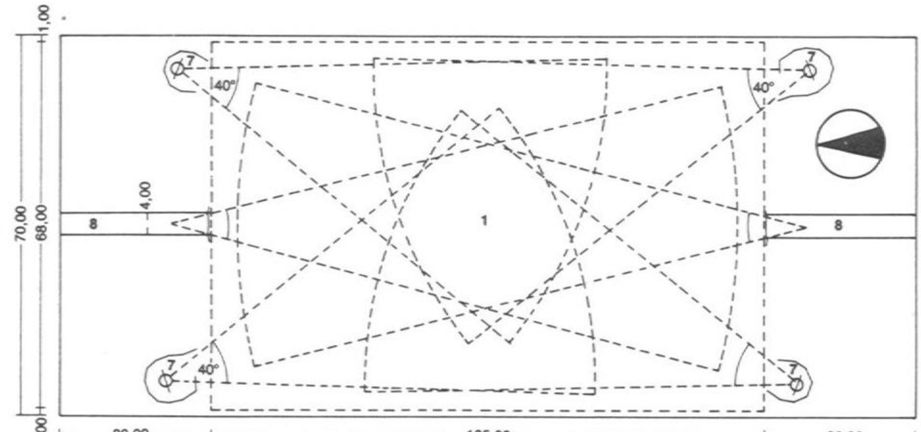


① Pista de competición tipo D

1 Campo de deporte
2 Pista de carreras
3 Salto de altura
4 Salto de pértiga
5 Salto de longitud
6 Lanzamiento de peso
7 Lanzamiento de disco y martillo
8 Lanzamiento de jabalina (tiro de pelota)

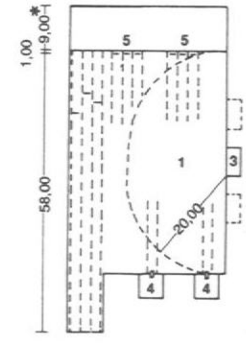


② Pista de deporte de gran superficie y utilización flexible

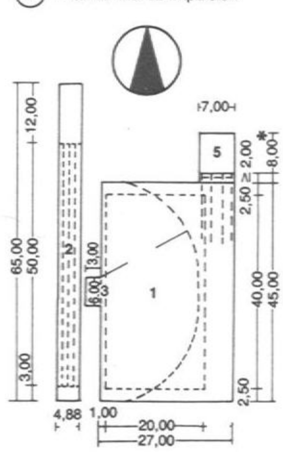


③ Pista de lanzamiento

* para competición = 9,00 m, distancia de la tabla de batida = 1,00 m
para entrenamiento = 8,00 m, distancia de la tabla de batida = 2,00 m → p. 433



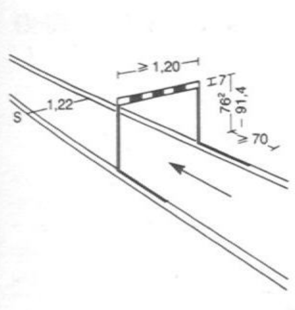
④ Pista central de impulsión



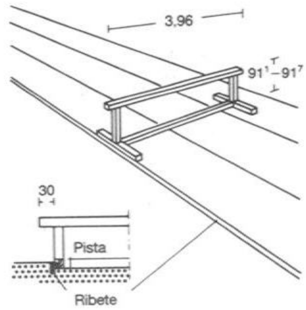
⑤ Campo de deporte de superficie reducida y utilización flexible

INSTALACIONES DE ATLETISMO

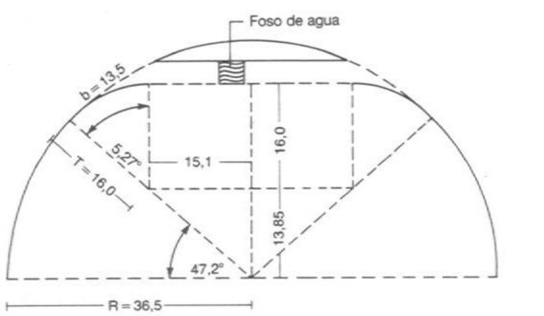
Información: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Carl-Diem-Weg 4, 5000 Colonia 41



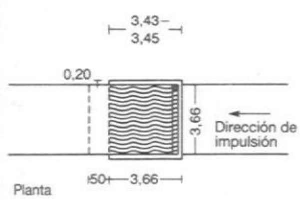
(1) Valla con contrapeso



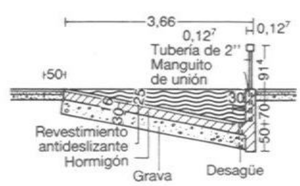
(2) Obstáculo



(3) Pista para carreras de obstáculos con radio de transición de 16 m y foso de agua



(4) Pista para carreras de obstáculos, foso de agua



(5) Pista para carreras de obstáculos, foso de agua

Tipo de pista de carreras	Longitud Zona salida m	Pista de carrera	Tramo de llegada	Anchura de cada calle[1]
Pista recta para carreras cortas	3	110[2]	17	1,22
Pista perimetral	–[3]	400	17	1,22

[1] Para la pista perimetral de carreras se necesita una franja de seguridad de 28 cm, aunque su acabado ha de ser diferente al de la pista de carrera
[2] La longitud de 110 m resulta de los 110 m vallas. Por lo demás, la longitud para las carreras cortas es de 100 m
[3] No se necesita una zona de salida adicional

(8) Dimensiones de las pistas de carreras → (1)

Longitud del tramo	Categoría	Número de vallas	Altura de las vallas	Impulsión	Distancia entre vallas	Tramo de llegada
400 m	Masculina y masc. juv. A + B	10	0,914 m	45,00 m	35,00 m	40,00 m
400 m	Femenina y femenina juvenil A	10	0,762 m	45,00 m	35,00 m	40,00 m
110 m	Masculina	10	1,067 m	13,72 m	9,14 m	14,02 m
110 m	Masculina juvenil A	10	0,996 m	13,72 m	8,90 m	16,18 m
110 m	Masculina juvenil B	10	0,914 m	13,50 m	8,60 m	19,10 m
100 m	Femenina y femenina juvenil A	10	0,840 m	13,00 m	8,50 m	10,50 m
100 m	Femenina juvenil B (desde 1984)	10	0,762 m	13,00 m	8,50 m	10,50 m
100 m	Femenina juvenil B (desde 1983)	10	0,840 m	12,00 m	8,00 m	16,00 m
80 m	Infantiles A	8	0,840 m	12,00 m	8,00 m	12,00 m
80 m	Infantiles A	8	0,762 m	12,00 m	8,00 m	12,00 m
60 m	Infantiles B infantiles B	6	0,762 m	11,50 m	7,50 m	11,00 m

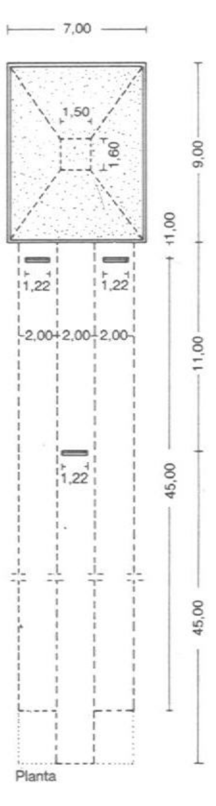
Observación: se permite una tolerancia de ± 3 mm en la altura estándar

(9) Pistas para carreras de vallas → (1)

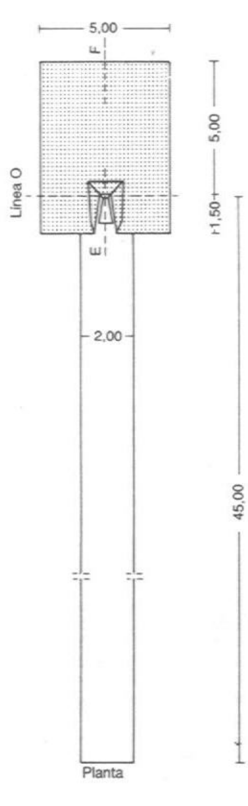
Tipo de instalación	Pista impuls. Longitud m	Anchura m	Foso (G) o colchoneta (K)	Longitud m	Anchura m
Instal. salto longitud	≥ 45[1]	1,22[2]	G	≥ 8	2,75
Instal. para triple salto	≥ 45[3]	1,22[2]	G	≥ 8	2,75
Instal. salto con pértiga	≥ 45	1,22	KG	≥ 5	5,00
Instal. salto de altura	Semicircunf. r ≧ 2,00		K	3	5 bis 6

[1] La tabla de batida se sitúa como mín. a 1,00 m del foso, puesto que la distancia entre la línea de batida y el límite del foso debe ser > a 10 m. Para instalaciones de alta competición la longitud del foso es de 9 m.
[2] Para instalaciones polivalentes la anchura de cada pista de impulsión es de 2,00 m.
[3] La distancia entre foso y tabla de batida 11 m (para la categoría juvenil: 9 m; para alta competición: 13 m)

(10) Dimensiones de las instalaciones para saltos → (6) – (7)



(6) Instalación para salto de longitud y triple salto



(7) Instalación para salto con pértiga → (12)



Sección A-B del foso de salto de longitud

Sección por la tabla de batida

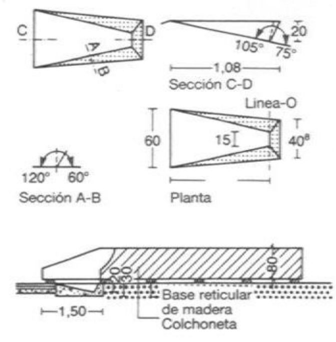
(11) Instalación para salto de longitud y triple salto



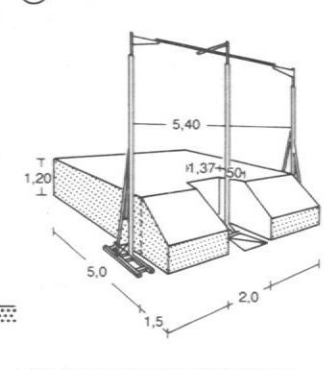
Planta de la instalación de salto de altura

Sección A-B por la base reticular y la colchoneta de salto

(13) Instalación para salto de altura

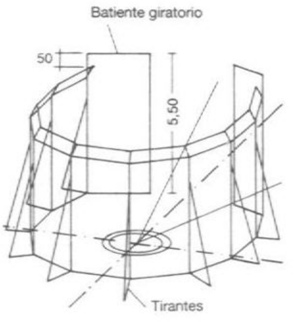


(12) Instalación para salto con pértiga → (7) Sección E-F

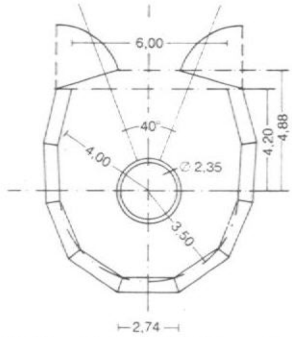


(14) Colchoneta y soporte de la barra para el salto con pértiga → (7)

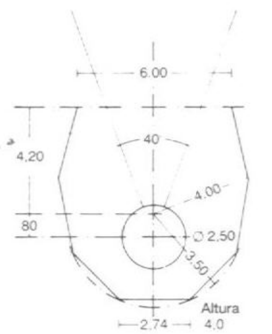
Información: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Carl-Diem-Weg 4, 5000 Colonia 41 → 📖



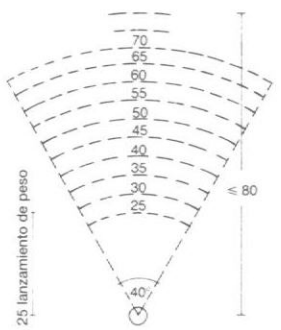
(1) Vista lateral de una instalación combinada para lanzamiento de martillo → (2)



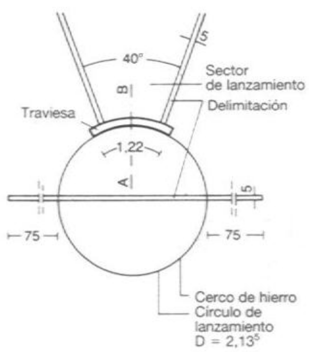
(2) Planta de una instalación para lanzamiento de martillo



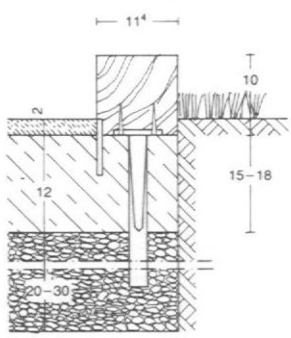
(3) Planta de una instalación para lanzamiento de disco



(4) Instalación para lanzamiento de disco; ∅ del disco: ≧ 219 mm ≦ 221 mm, para categoría masculina



(5) Círculo de lanzamiento/lanzamiento de peso → (6)



(6) Traviesa/lanzamiento de peso Sección A-B



(7) Instalación de lanzamiento de jabalina



(8) Dimensiones de las pistas de carreras (pista de competición tipo B)

Las dimensiones indicadas en la tabla → (9) son las que fijan las normas de competición y, por lo tanto, no se pueden alterar. En las instalaciones de deporte destinadas a colegios, entrenamiento y ocio se permiten ligeras variaciones.
Las instalaciones para el lanzamiento del martillo equivalen a las que se utilizan para el lanzamiento de disco → (1) – (4), teniendo en cuenta que el diámetro del círculo de lanzamiento de martillo es de 2,135 m. La jaula de protección → (1) – (2) solamente se utiliza en competiciones, mientras que en los demás casos resulta suficiente el montaje de la jaula de protección prevista para el lanzamiento del disco → (3).
Las instalaciones para el lanzamiento de jabalina se componen de dos sectores, la zona de carrera y la zona de caída → (7). Como término medio, la anchura de la zona de carrera es de 4 m y su longitud de 36,5 m. La longitud mínima permitida es de 30 m. Las zonas de carrera y de caída se delimitan con un arco de circunferencia, que corresponde a la línea de lanzamiento (arco de lanzamiento).
Las instalaciones para el lanzamiento de peso se componen del círculo de pista y del sector de lanzamiento → (4) – (6). La longitud de este tipo de instalación es normalmente de 20 m y de 25 m para alta competición.

Tipo de instalación	Superficie de lanzamiento m	Zona de caída	
		Ángulo	Longitud
Instal. para lanzamiento de disco	Círculo de lanzamiento d = 2,50[1]	40°	80
Instal. para lanzamiento de martillo	Círculo de lanzamiento d = $2{,}13^5$	40°	80
Instal. para lanzamiento de jabalina	Longitud de la zona de carrera = 36,50[2]		
	Anchura de la zona de carrera = 4	aprox. 29°	100
Instal. para lanzamiento de peso	Círculo de lanzamiento d = $2{,}13^5$	40°	hasta 25

[1] Fijando un segundo perfil circular se puede utilizar también para el lanz. de martillo
[2] ≧ 30 m

(9) Dimensiones de las instalaciones de lanzamiento.
Los ejemplos I a V deben considerarse como ayudas orientativas para organizar la superficie útil (4 m²/habitante) para diferentes ámbitos de influencia

Ejemplo I: campo de deportes un ámbito de influencia de unos 5000 habitantes

1 pista de competición tipo D	10 554 m²
2 campos de deporte de superficie reducida 27 × 45 m	2 430 m²
1 campo de deporte de entrenamiento	4 500 m²
2 campos de juego para actividades de ocio	250 m²
1 zona con césped para juegos y gimnasia	1 000 m²
1 campo para ejercicios de mantenimiento	1 400 m²
Total de superficie útil	aprox. 20 000 m²

Ejemplo II: aprox. 7000 habitantes

1 pista de competición tipo D	10 554 m²
1 campo de deporte de gran superficie 70 × 109 m	7 630 m²
2 campos de juego de superficie reducida 27 × 45 m	2 430 m²
Superficie libre para actividades de ocio	3 000 m²
1 zona con césped para juegos y gimnasia	1 000 m²
1 campo para ejercicios de mantenimiento	2 300 m²
1 pista de patinaje	800 m²
Total de superficie útil	aprox. 28 000 m²

Ejemplo III: aprox. 7000 habitantes

1 pista de competición tipo B	14 000 m²
1 campo de deporte de gran superficie 70 × 109 m	7 630 m
3 campos de juego de superficie reducida 27 × 45 m	3 645 m²
1 zona con césped para juegos y gimnasia	1 000 m²
1 campo para ejercicios de mantenimiento	1 400 m²
Total de superficie útil	aprox. 28 000 m²

Ejemplo IV: aprox. 15000 habitantes

1 pista de competición tipo B	14 000 m²
3 campos de gran superficie 70 × 109 m	22 890 m²
7 campos de superficie reducida 27 × 45 m	8 505 m²
Superficie libre para actividades de ocio	6 000 m²
1 pista de mantenimiento	3 300 m²
1 campo de mantenimiento	1 400 m²
1 zona de mantenimiento/recreo infantil	1 000 m²
2 zonas con césped para juegos y gimnasia	2 000 m²
Total de superficie útil	aprox. 60 000 m²

Ejemplo V: aprox. 20000 habitantes

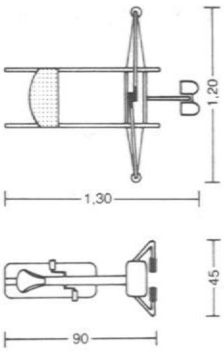
1 pista de competición tipo B	14 000 m²
1 campo de gran superficie de utilización flexible	8 400 m²
4 campos de juego de gran superficie 70 × 109 m	30 520 m²
10 campos de juego de superficie reducida 27 × 45 m	12 150 m²
Superficie libre para actividades de ocio	6 000 m²
1 pista de mantenimiento	3 300 m²
1 campo de mantenimiento	1 400 m²
1 zona de matenimiento/recreo infantil	1 000 m²
2 campos con césped para juegos y gimnasia	2 000 m²
Total de superficie útil	aprox. 80 000 m²

(10) Ejemplos de diferentes programas para ámbitos de influencia de 5000 a 20 000 habitantes

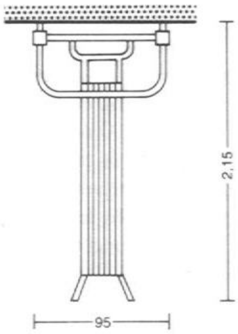
SALAS DE MANTENIMIENTO Y PUESTA A PUNTO

→ 🕮

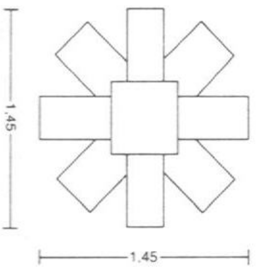
Información: Bundesinstitut für Sportwissenschaft,
Carl-Diem-Weg 4, 5000 Colonia 41



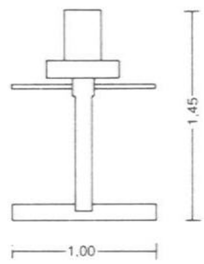
① Aparato de remo y bicicleta estática



② Tabla para abdominales con asa de tracción y espaldera



③ Aparato universal de ejercicios



④ Aparato de tracciones

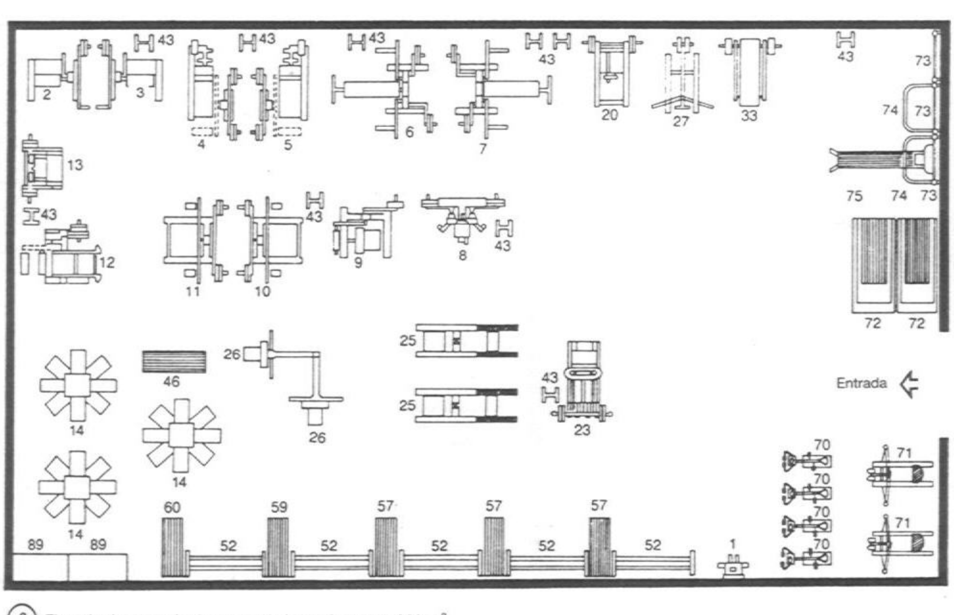
Zona	Aparatos o equipo	Ejercicios	Aptitud o capacidad motora	Objetivo del entrenamiento
A	Est. generales de entrenamiento	Una articulación	Fuerza Movilidad	Mantenimiento Puesta a punto
B	Est. especiales de entrenamiento	Varias articulaciones	Fuerza Velocidad	Mantenimiento Puesta a punto
C	Levantam. pesas (Con multipress o trapecio isomét.)	Varias articulaciones	Fuerza Velocidad Coordinación	Puesta a punto
D	Peq. aparatos convencionales	Una y varias articulaciones	Fuerza Movilidad	Mantenimiento
E	Aparatos especiales de entren. así como superficie libre para precalent. (ej. de gimn., etc.)	Varias articulaciones Una y varias articulaciones	Resistencia Coordinación Movilidad Coordinación	Mantenimiento Puesta a punto Mantenimiento Puesta a punto

⑤ Ordenación de los aparatos en zonas

Zona	Sala de mantenimiento			Listado de aparatos
	40 m²	80 m²	200 m²	
A			1	1 Patinete de mano
		2/3*	2	2 Estación de biceps
			3	3 Estación de triceps
		4/5*	4	4 Máquina pull-over I
			5	5 Máquina pull-over II
		6/7*	6	6 Máquina latissimus I
			7	7 Máquina latissimus II
		8	8	8 Estación de pectorales
		9	9	9 Estación de torsales
		10/11*	10	10 Estación de caderas I
			11	11 Estación de caderas II
		12	12	12 Estación de piernas
		13	13	13 Estación de pies
	14 (2 ×)		14 (3 ×)	14 Centro de ejercicios universal
B			20	20 Aparato de compresiones I
			23	23 Aparato de presiones en las piernas
		25	25 (2 ×)	25 Estación de abdominales
		26	26 (2 ×)	26 Aparato de tracciones I
			27	27 Aparato de tracciones II
			33	33 Pesa de suelo-latissimus
C		43 (4 ×)	43 (10 ×)	43 Pequeño soporte de discos**
	46 (2 ×)	46 (2 ×)	46	46 Banco de entrenamiento
D	50	50	50 (3 ×)	50 Pesas de mano
	51	51	51 (3 ×)	51 Pesas cortas
	52	52	52 (5 ×)	52 Soporte pequeño de pesas**
			53	53 Barra de pesas de entrenamiento
		56		56 Banco de compresiones
		57	57 (3 ×)	57 Banco inclinado I
		58		58 Banco inclinado II
			59	59 Banco allround
		60	60	60 Banco de entrenamiento universal
		61		61 Pesas compactas
		62		62 Soporte de pesas**
E	70 (3 ×)	70	70 (4 ×)	70 Bicicleta estática
	71 (2 ×)	71 (3 ×)	71 (2 ×)	71 Aparato de remo
	72		72 (2 ×)	72 Cinta para correr
	73	73 (2 ×)	73 (3 ×)	73 Espalderas
	74	74 (2 ×)	74 (2 ×)	74 Asa ejercicios tracción
	75	75	75	75 Plancha para abdominales
		78		78 Punching-ball
	79 (2 ×)	79 (2 ×)	79 (3 ×)	79 Extensor-contractor
	80 (2 ×)	80 (2 ×)	80 (2 ×)	80 Cuerda para saltar
	81 (2 ×)	81 (2 ×)	81 (3 ×)	81 Cinta «deuser»
	82 (2 ×)	82 (2 ×)	82 (3 ×)	82 Pesas de dedos
	83 (2 ×)	83 (2 ×)	83 (3 ×)	83 Aparato «Bali»
		85 (2 ×)	85 (3 ×)	85 Pesas de agua
	89	89	89 (2 ×)	89 Armario de aparatos

* Los aparatos 2 y 3, 4 y 5, así como el 6, 7, 10 y 11 se pueden utilizar para dos aplicaciones según varios fabricantes.
** En las ilustraciones 2 a 8 se han representado los soportes necesarios para las pesas, pesas de mano, pesas cortas y compactas. En el mercado se pueden encontrar con formas muy diferentes y por lo tanto deberían concordar en cada caso con el número de pesas y discos a colocar.

⑦ Propuesta de equipamiento para salas de mantenimiento

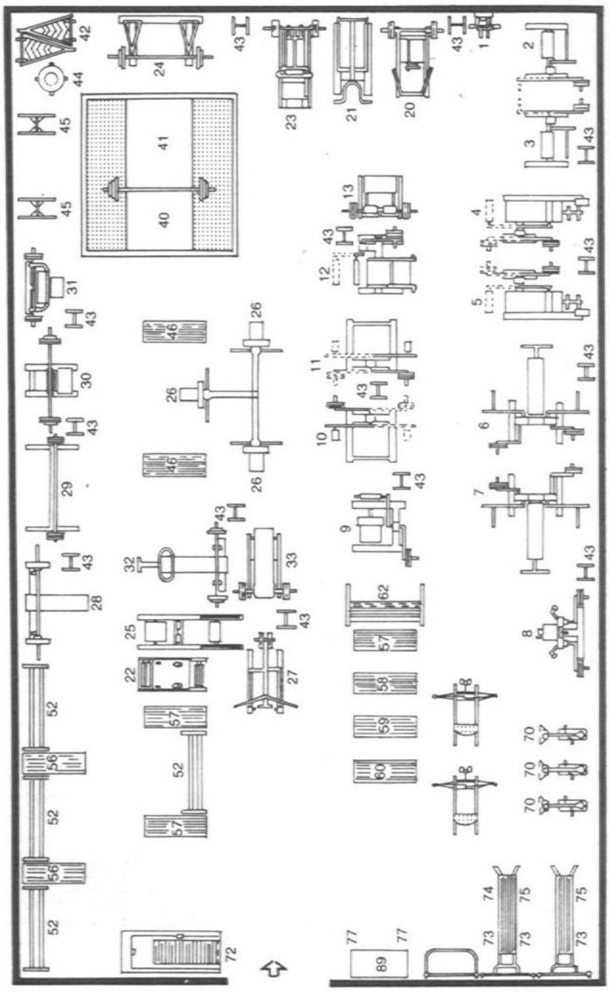


1 Patinete de mano
2 Estación de biceps
3 Estación de triceps
4 Máquina *pull-over* I
5 Máquina *pull-over* II
6 Máquina *latissimus* I
7 Máquina *latissimus* II
8 Estación de pectorales
9 Estación de torsales
10 Estación de caderas I
11 Estación de caderas II
12 Estación de piernas
13 Estación de pies
14 Centro de ejercicios universal
20 Aparato de compresiones I
23 Aparato de presiones en las piernas
25 Estación de abdominales
26 Aparato de tracciones I
27 Aparato de tracciones II
33 Pesa de suelo-latissimus
43 Pequeño soporte de discos
46 Banco de entrenamiento
52 Soporte pequeño de pesas
57 Banco inclinado I
59 Banco *allround*
60 Banco de entrenamiento universal
70 Bicicleta estática
71 Aparato de remo
72 Cinta para correr
73 Espalderas
74 Asa para ejercicios de tracción
75 Plancha para abdominales
89 Armario de aparatos

⑥ Ejemplo de una sala de mantenimiento de aprox. 200 m²

SALAS DE MANTENIMIENTO Y PUESTA A PUNTO

Se considera que una sala de 200 m² es el tamaño mínimo para 40–45 personas. Propuesta modélica → ②. Altura libre para todas las salas: 3,0 m. Para poder colocar dos hileras de aparatos, todas las salas de mantenimiento y puesta a punto deberían tener unos 6 m de anchura. Longitud de las salas ≦ 15 m, en caso contrario se dificulta la vigilancia durante el entrenamiento. La sala mínima se situaría alrededor de los 40 m² y es apta para unos 12 usuarios.

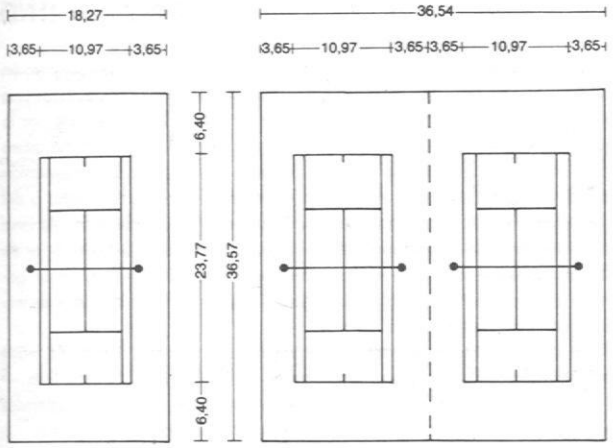


② Ejemplo de una sala de mantenimiento de 200 m²

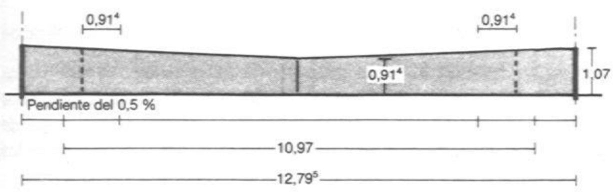
Zona	N.º de aparato	Nombre del aparato	Movimiento	Superficie en cm
	1	Patinete de mano	Flexión y estiram. manos	60/ 30
	2	Estación de bíceps	Flexión de brazos	135/135
	3	Estación de tríceps	Estiramiento de brazos	135/135
	4	Máquina pull-over I	Levantar los brazos por delante del cuerpo	190/110
	5	Máquina pull-over II	Bajar los brazos por delante del cuerpo	190/110
	6	Máquina latissimus I	Bajar y subir los brazos al lado del cuerpo	200/120
A	7	Máquina latissimus II	Extender y alargar los brazos por delante del cuerpo	200/120
	8	Estación de pectorales	Juntar brazos delante cuerpo	165/100
	9	Estación de torsales	Estiram. y flexiones torso	135/125
	10	Estación de caderas I	Levantar y bajar las piernas	175/125
	11	Estación de caderas II	Extender y encoger piernas	175/125
	12	Estación de piernas	Flexionar y estirar las piernas	125/155
	13	Estación de pies	Flexionar y estirar los pies	140/ 80
	14	Multicentro de ejercicios	Dif. mov. básicos de piernas y articul.	Diversas
	20	Aparato compresiones I	Estirar horiz. brazos (de pie)	120/140
	21	Aparato compresiones II	Estirar brazos en vertical y/o entren. de pantorrillas de pie	70/160
	22	Aparato «Hackenschmidt»	Estirar las piernas sobre una superficie inclinada	90/140
	23	Aparato de presiones en las piernas	Estirar las piernas en horizontal (sentados)	120/160
	24	Aparato flexiones rodilla (con disp. para discos)	Estirar las piernas en vertical (de pie)	200/ 90
	25	Estación de abdominales	Dif. ejerc. abdominales y para músculos espalda	65/200
	26	Aparato de tracciones I	Dif. movim. básicos de una y varias articul.	100/140
B	27	Aparato de tracciones II	Flex. y estiram. de brazos verticales (colg. o apoyados)	120/155
	28	Banco de compresiones I	Estiramientos de brazos en vertical (tumbado)	200/120
	29	Aparato de pesas (máquina multipress)	Compresiones tumbado, flexiones de rodilla Compresiones de pie y ejerc. de tracción (todos con pesas en guías)	200/100
	30	Banco compresiones II (banco incl. pesas largas)	Compr. banco inclinado (estando sentado)	185/100
	31	Banco «curl»	Flexiones de brazos	150/ 70
	32	Banco de compresiones III	Compresiones en banco (espalda inclinada hacia abajo)	160/170
	33	Pesa de suelo-latissimus	Flexiones de brazos, doblándolos delante del torso	120/130
	40	Plataforma con incrustaciones de caucho para levantar pesas	Todos los ejercicios libres (levantam. con flexión rodillas, arrancada, dos tiempos)	300/300
	41	Barra de pesas para entrenamiento		200
	42	Gran soporte de discos		50/100
	43	Pequeño soporte discos		30/ 30
	44	Contenedor de magnesio		0/ 38
	45	Soporte para flexiones de rodilla (doble)		Cada uno 35/70
C	46	Banco de entrenamiento		40/120
	47	Discos macizos caucho (10, 15, 20 y 25 kg)		
	48	Discos con borde de caucho vulcanizado (15, 20 y 25 kg)		
	49	Discos de fundición (1,25; 2,50; 5; 25 y 50 kg)		
	50	Pesas de mano (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 10 kg)	Diferentes ejercicios con una y varias articulaciones con pesas de mano, compactas y largas	
	51	Pesas cortas (2,5; 5,0; 7,5; etc. -30 kg)		
	52	Soporte pequeño de pesas		140/130
	53	Barra de pesas de entrenamiento		185
	54	Barra para flexiones de rodilla (acolchada)		200
	55	Barra «curl»		140
D	56	Banco de compresiones (regulable)		40/120
	57	Banco inclinado I		40/120
	58	Banco inclinado II		40/120
	59	Banco «allround»		40/120
	60	Banco de entrenamiento universal (12 posiciones)		
	61	Pesas compact. (2-60 kg)		
	62	Soporte de pesas		145/ 80
	70	Bicicleta estática	Resistencia, coordinación Aparatos n.º 71 hasta 76 para flexiones de brazos	40/ 90
	71	Aparato de remo		120/140
	72	Cinta para correr		80/190
	73	Espalderas		100/ 15
	74	Asa para ejercicios de tracción		120/120
	75	Plancha de abdominales para colgarse		100/180
	76	Aparato para descargar la columna vertebral		70/150
	77	Aparato para medir la fuerza de salto	Movilidad, coordinación, aparatos n.º 77 hasta 88	
	78	Punching-ball		
	79	Extensor-contractor		
E	80	Cuerda para saltar		
	81	Cinta deuser		
	82	Pesas de dedos		
	83	Aparato «Bali»		
	84	Pesas esféricas		
	85	Pesas de agua		
	86	Chalecos con pesas		
	87	Bolsa de pesas para brazos/piernas		
	88	Espejo		
	89	Armario de aparatos		50/110

① Listado de los aparatos para los ejercicios de mantenimiento y puesta a punto

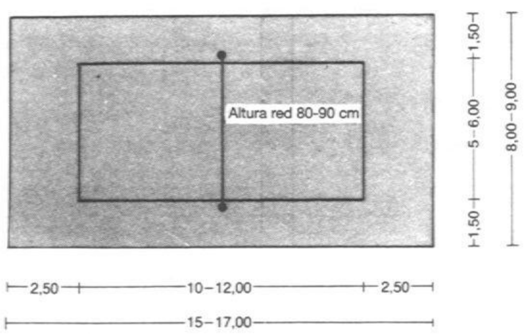
Instalaciones deportivas



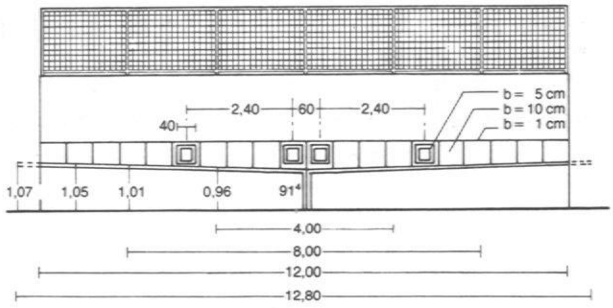
① Pistas de tenis de torneo



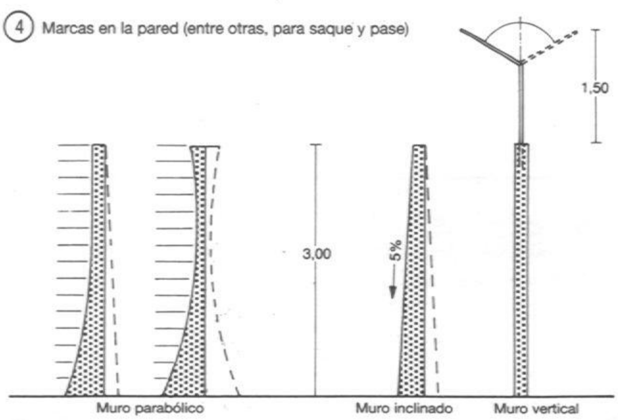
② La red



③ Pista de tenis infantil



④ Marcas en la pared (entre otras, para saque y pase)



⑤ Diferentes formas para muros de tenis

PISTAS DE TENIS

→ 🕮

Información: Deutscher Tennisbund, 2000 Hamburgo

Dobles → ① – ② .... 10,97 × 23,77 m
Individuales .... 8,23 × 23,77 m
Espacio lateral .... ≧ 3,65 m
Espacio lateral en torneos .... 4,00 m
Espacio de fondo .... ≧ 6,40 m
Espacio de fondo en torneos .... 8,00 m
Entre dos pistas .... 7,30 m
Altura de la red en el centro .... 0,915 m
Altura de la red en los postes .... 1,06 m
Altura de la cerca de malla metálica .... 4,00 m
De malla de alambre de 2,5 mm de grueso y retícula de 4 cm.

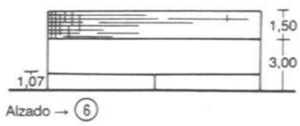
Cálculo del número de pistas necesarias: El número de jugadores de tenis oscila entre un 1,6 y un 3 % de la población total (en Alemania). La relación (pistas de tenis/jugadores) en instalaciones nuevas es de 1:30. Fórmula empírica:

$$\text{n.° de pistas (T)} = \frac{\text{n.° de habitantes} \times 3}{100 \times 30}$$

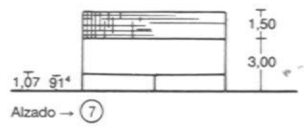
Superficie necesaria para zonas de recreo infantil, por cada pista de tenis se requieren 20 m² como valor directriz → ③.

Zonas de aparcamiento: para una utilización normal de las instalaciones (sin espectadores) se han de prever 4 plazas de estacionamiento para turismos por pista de tenis.

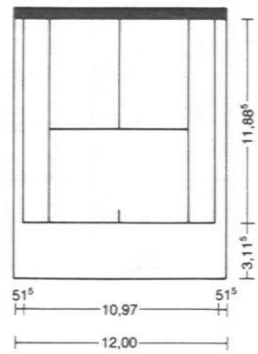
Superficie del solar: la superficie neta (superficie útil destinada a las instalaciones) corresponde a la suma de las superficies que ocupan la pista de tenis, media pista con muro de entrenamiento y la superficie necesaria para zonas de recreo infantil. Por lo general, se ha comprobado que añadiendo entre el 60 % y el 80 % a la superficie neta, se obtiene la superficie total del solar. Es preferible que el eje longitudinal de las pistas de tenis siga la dirección N-S.
Se permiten variaciones (oeste mejor que este). No es aconsejable que se agrupen más de dos pistas lateralmente (con ejes longitudinales paralelos). Cuando las pistas se disponen de manera que quedan situadas una detrás de la otra, solamente necesitan de un elemento de separación visual. Para la iluminación artificial se utilizan los laterales, la altura de los focos es de unos 10 m.
Cuando se diseña la distribución debe considerar también las posibles ampliaciones en el futuro. El proyecto debe estructurarse de manera que pueda realizarse por fases, sin que esto suponga un entorpecimiento en la utilización de las instalaciones. Es importante planificar desde un principio la posible construcción de futuras viviendas (para el vigilante de las pistas, entrenador, arrendatario), así como garajes. Desde el punto de vista urbanístico, las instalaciones de tenis deben integrarse perfectamente en el paisaje circundante.



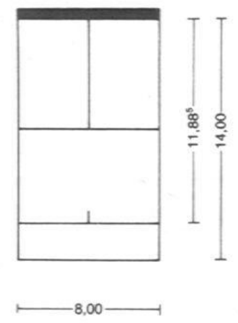
Alzado → ⑥



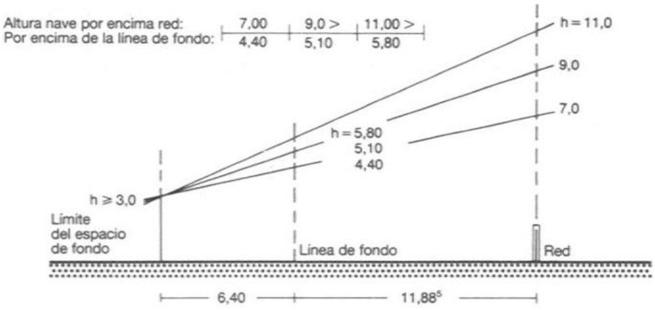
Alzado → ⑦



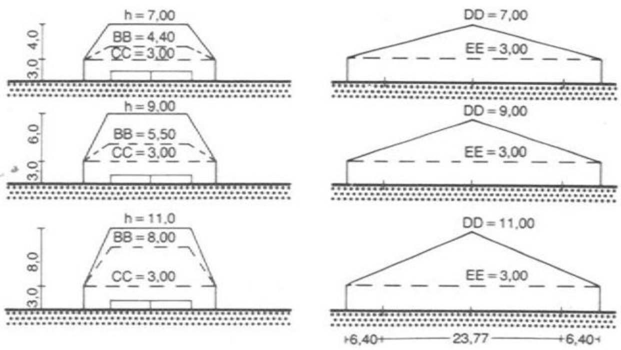
⑥ Media pista con muro de entrenamiento (para dobles) dimensiones recomendadas para muros de tenis + zonas de juego ante el muro



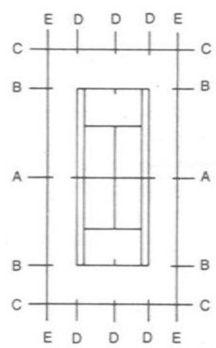
⑦ Media pista con muro de entrenamiento (individuales)



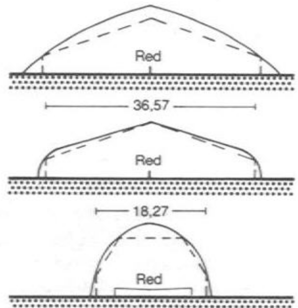
(1) Altura de las naves



(2) Secciones longitudinales y transversales de diferentes tipos de naves → (3)



(3) Planta esquemática → (2)



(4) Dimensiones y formas de naves

La altura de las naves para pistas cubiertas de tenis se han establecido en convenios internacionales. Según las normas de la Copa Davis se exige una altura de 10,67 m. Se recomienda una altura de 9-11 m, aunque por lo general es suficiente con 9 m → (1). Los palacios de deporte con una altura de 7 m también permiten la práctica del tenis. La altura de la nave se mide desde el suelo, junto a la red, hasta el canto inferior de la cercha o del elemento portante de la cubierta situado a menor altura debe mantenerse constante en toda la anchura de la pista (10,97 m). En el límite exterior de los espacios laterales y de fondo la altura mínima será de 3 m. Visión general de secciones longitudinales y transversales de diferentes tipos de naves con cubierta a la mansarda → (2).

Tipos de naves: nave desmontable (construcción efímera), nave fija, nave transformable. Dimensiones interiores de la nave: 18,30 × 36,60 m → (6). Como las dimensiones del campo de juego, de los espacios laterales y de fondo están fijadas según los convenios internacionales, resulta:

nave de tenis para 2 pistas $\frac{\text{NT } 2}{(\text{I} + \text{D})}$

(2 × 18,30) × (1 × 36,60) = 36,60 × 36,60 m

nave de tenis para 3 pistas $\frac{\text{NT } 3}{(\text{I} + \text{D})}$ resulta análogamente una superficie de nave de 54,90 × 36,60 m. Estas son dimensiones ideales referentes a las posibilidades de aprovechamiento de la superficie destinada a la práctica del tenis. En caso de que se pretenda construir una nave para pistas de tenis de tipo económico, queda como alternativa cubrir parcialmente las instalaciones, lo que implica sin embargo una utilización más limitada.

Las posibilidades de utilización son las siguientes:

1) en las dos pistas torneos de partidos individuales
2) en una pista torneos de partidos dobles
3) en las dos pistas partidos de entrenamiento de individuales, o bien 1 individual y 1 doble (para instalación de ocio)

Dimensiones mínimas para una nave:

$\frac{\text{NT } 2}{1\,\text{I} + 1\,\text{D}}$ 32,40 × 36,60 m

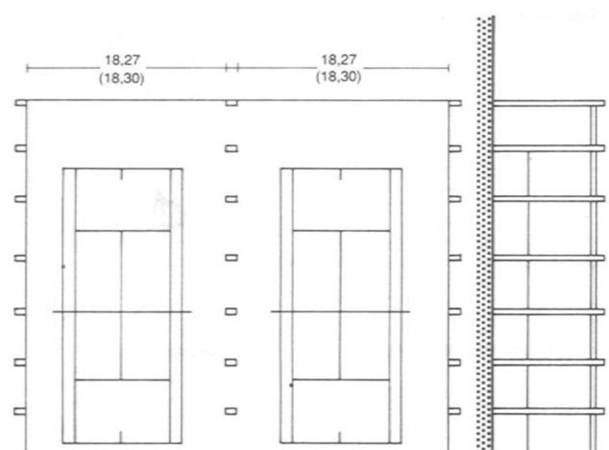
I = partido individual
D = partido dobles

Tabla de medidas y alternativas de utilización de las naves:

Tipo de nave	Pistas	I	D	Ancho	Long.	Utilización T*	no T*
1	1	1	1	18,30	36,60	I/D	—
2	2	2	2	36,60	36,60	2I/2D	
2 Dim. mín.	2	2	2	33,90	36,60	2I/1I/1D	2D o 2I
3	3	3	3	54,90	36,60	3I/3D	—
3 Dim. mín.	3	3	3	49,50	36,60	3I/2D	3D o 3I
2a	2	1	1	33,90	36,60	1I/1D	—
2a Dim mín.	2	1	1	32,40	36,60	1I/1D	—

* = para torneos

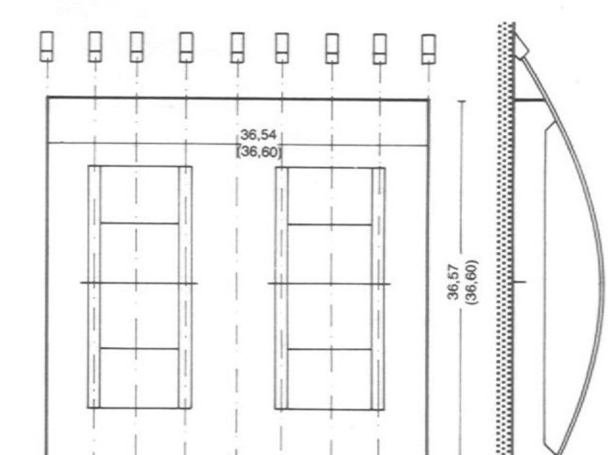
Instalaciones deportivas



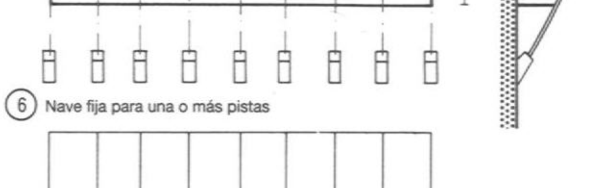
(5) Nave fija para una o más pistas



Sección transversal → (5)



(6) Nave fija para una o más pistas



Sección transversal → (6)

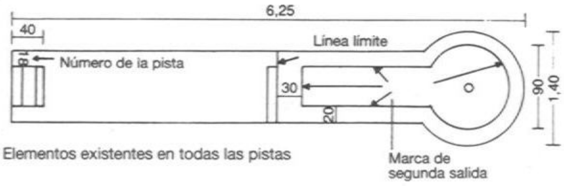
→ 🕮

Información: Deutscher Bahnengolf-Verband e.V.,
Gärtnerstrasse 40 c, 2083 Halstenbeck

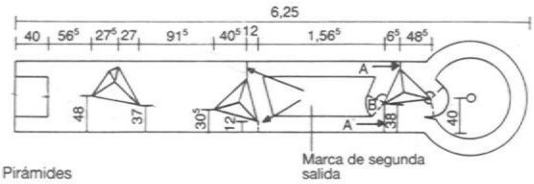
Las instalaciones para practicar minigolf se componen de 18 pistas delimitadas (excepto las pistas previstas para golpes largos), han de estar numeradas y cumplir las normas correspondientes.
Una pista acondicionada para torneos debe disponer de los siguientes elementos:

el campo de juego,
los límites de las pistas (normalmente laterales macizos),
las marcas para los golpes de salida,
uno o varios obstáculos (optativos)
línea límite (optativa)
marca de segunda salida (optativa)
la meta.

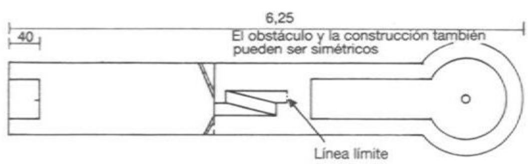
Existen además otros elementos y/o marcas que se utilizan según el tipo de pista.
La anchura mínima de las pistas es de 80 cm y la longitud mínima de 5,50 m. Las pistas de superficie horizontal han de comprobarse con un nivel de agua de 90 cm de longitud. Si la pista no dispone de bordillos delimitadores, deberá limitarse con otro tipo de marcas (con excepción de las pistas de golpes largos). Hay que tener en cuenta la importancia que tiene la correcta colocación de los bordillos y el material que se escoge para los mismos, puesto que sirven como elementos auxiliares para el juego. Cada pista debe disponer de una marca para el golpe de salida, dependiendo de las normas de la instalación o de un determinado sistema de pistas. Los obstáculos deben ser fáciles de montar y tener formas simples. El montaje de los obstáculos sobre las pistas será fijo y se dispondrán según los diseños normalizados. La posición de los obstáculos móviles debe estar claramente señalizada.



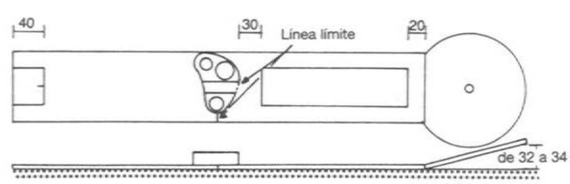
(1) Elementos existentes en todas las pistas



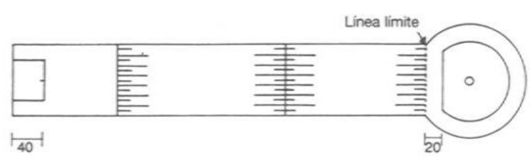
(2) Pirámides



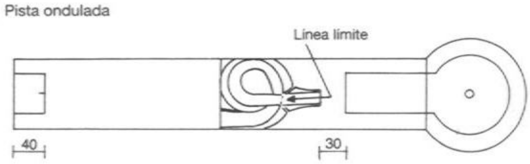
(3) Saltos (con ángulos de bloqueo)



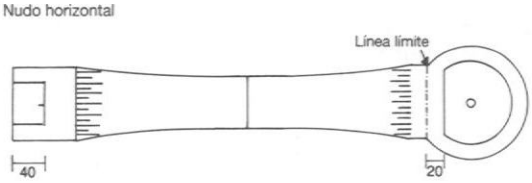
(4) Círculo inclinado con forma de riñón



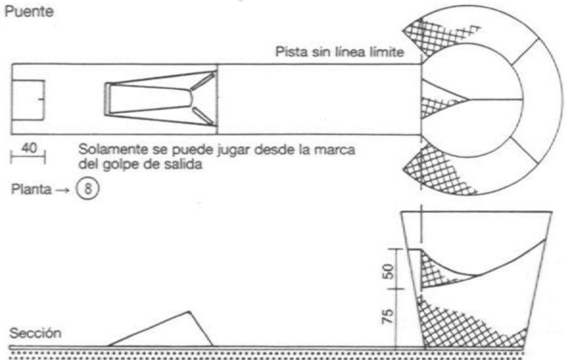
(5) Pista ondulada



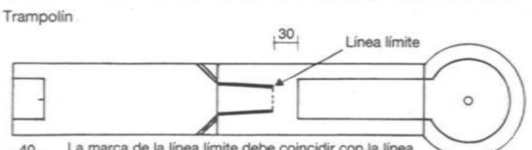
(6) Nudo horizontal



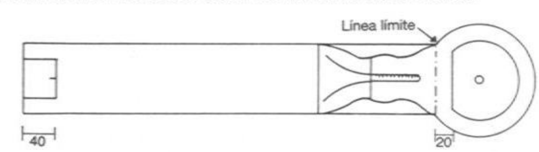
(7) Puente



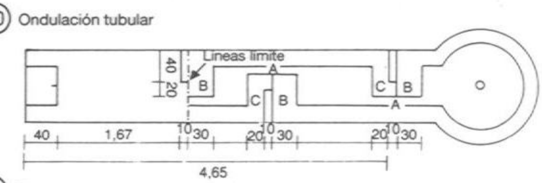
(8) Trampolín



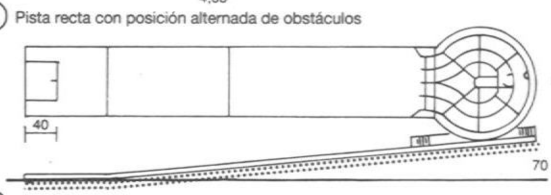
(9) Báscula con estribo



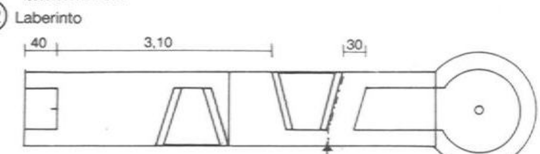
(10) Ondulación tubular



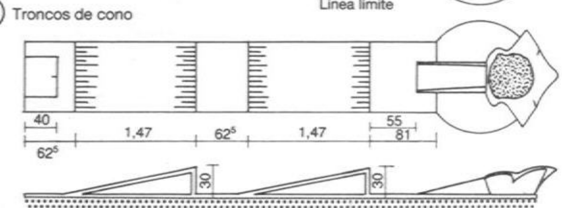
(11) Pista recta con posición alternada de obstáculos



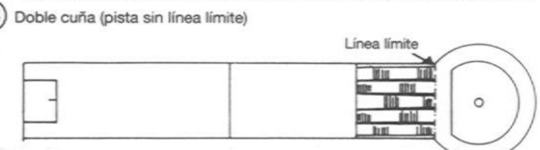
(12) Laberinto



(13) Troncos de cono



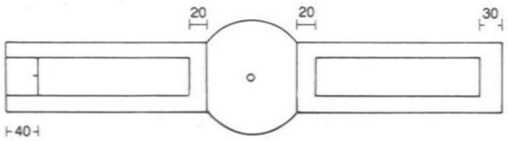
(14) Doble cuña (pista sin línea límite)



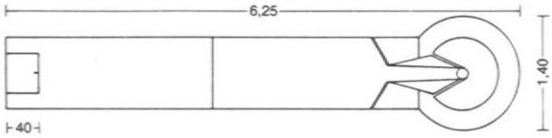
(15) Pasos irregulares

Instalaciones deportivas

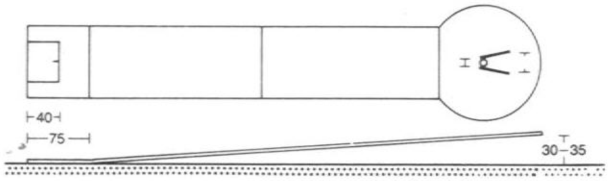
→ 📖



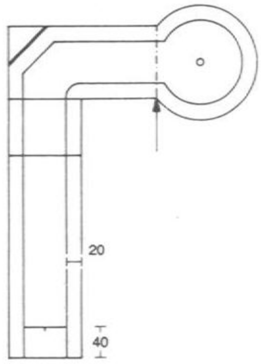
(16) Círculo central. Pista sin línea límite



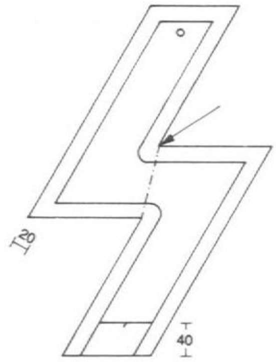
(17) Volcán. Pista sin línea límite. Solamente practicable desde la marca del golpe de salida



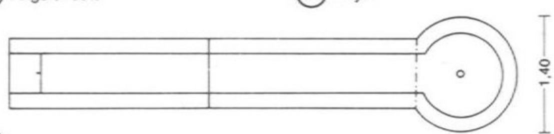
(18) Pista con rampa y obstáculo en V. Sin línea límite. Solamente practicable desde la marca del golpe de salida



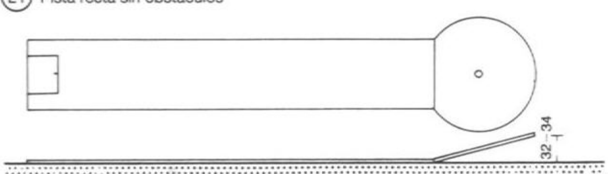
(19) Ángulo recto



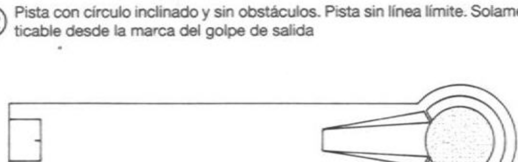
(20) Rayo



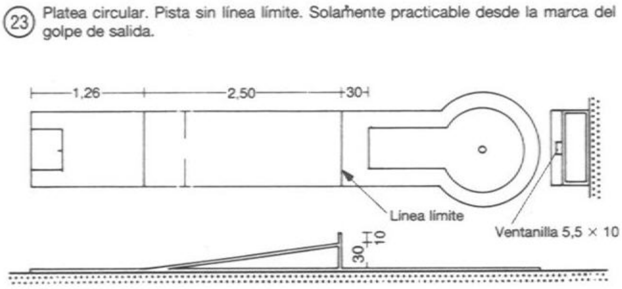
(21) Pista recta sin obstáculos



(22) Pista con círculo inclinado y sin obstáculos. Pista sin línea límite. Solamente practicable desde la marca del golpe de salida



(23) Platea circular. Pista sin línea límite. Solamente practicable desde la marca del golpe de salida.



(24) Cuña de subida con ventanilla central de paso

Los obstáculos de las diferentes pistas de una misma instalación tienen que ser distintos, no sólo en cuanto a forma, sino también en la técnica de juego que se necesita emplear para superarlo. Las pistas y sus correspondientes obstáculos deben ofrecer un juego variado.
La línea límite marca el final de los primeros obstáculos. Dicha marca se utiliza también en las pistas que no disponen de obstáculos e indica hasta qué punto debe llegar la pelota desde el golpe de salida para poder continuar el juego de la pista.
En caso de que el primer obstáculo ocupase toda la anchura de la pista, la línea límite coincidirá con el final de éste.
Las pistas practicables sólo desde el golpe de salida, no disponen de línea límite.
Las líneas límite deben disponerse de manera que la marca de la línea para el golpe de salida coincida con el final del obstáculo.
Marcas de segunda salida: deben estar marcados los puntos o zonas a las que se permite trasladar la pelota. La marca indica hacia donde está permitido dirigir la pelota.
La meta de cualquier pista se ha de poder alcanzar con tan sólo una jugada desde la marca del golpe de salida. Si la meta es un hoyo, éste no sobrepasará el diámetro de 120 mm.
Para los hoyos de los sistemas «Minigolf», «Cobigolf» y «Sterngolf», se considera como límite un diámetro de 100 mm.
Todas las pistas deben tener las marcas necesarias para permitir un uso correcto de las instalaciones. Para el juego se utilizan pelotas y palos de golf o similares.
La superficie del palo para golpear la pelota no debe pasar de 40 cm^2. Se admite cualquier pelota de minigolf o de golf homologada (en cuanto a forma, tamaño y material), siempre que su diámetro sea ≧ 37 mm y ≦ 43 mm.
Las pelotas de madera, metal, cristal, fibra de vidrio, marfil o material similar, así como las bolas de billar no están homologadas como pelotas de minigolf.
Las dimensiones normalizadas para las pistas de minigolf son las siguientes: longitud de una pista: 6,25 m, anchura de una pista: 0,90 m, diámetro del círculo de meta: 1,40 m → p. 439 (1).

Minigolf
Desarrollado por el suizo Bogni a principios de los años 50. Sistema que se compone de 17 pistas de hormigón (12 m de longitud) y una pista de golpe largo (de unos 25 m de longitud). Las pistas de hormigón se enmarcan con tubos de acero. Los obstáculos son de piedra natural.

Cobigolf
Uno de los sistemas de pistas de mayor dificultad que se caracteriza por un elemento propio, los llamados «portales», colocados ante los obstáculos. La instalación se compone de 18 pistas. Para este sistema existen pistas de tamaño grande (de 12 a 14 m de longitud) y de tamaño pequeño (de 6 a 7 m de longitud).

Sterngolf
Una instalación de «Sterngolf» se compone de 18 pistas de hormigón. 17 de éstas disponen de una zona de meta semicircular, mientras que la zona de meta de la última pista es de forma estrellada.
De ahí el nombre del sistema. Las pistas tienen una longitud de 8 m, una anchura de 1 m y el diámetro del círculo de meta es de 2 m.
Las pistas se limitan con tubos. La marca del golpe de salida consiste en un círculo de 30 cm de diámetro. El diámetro del hoyo de meta es de 10 cm.
Los obstáculos de todos los sistemas de minigolf están normalizados, escogidos y construidos desde el punto de vista de la técnica de juego. Por este motivo el diseño de las pistas ofrece la posibilidad de llegar a la meta con tan sólo un golpe, objetivo al que debe aspirar el jugador. Superar todas las pistas con sólo una jugada (18 puntos) es posible.

CAMPOS DE GOLF

→ 🕮

Información: Deutscher Golfverband, Rheinblickstrasse 24, 6200 Wiesbaden, Bundesinstitut für Sportwissenschaft Carl-Diem-Weg 4, 5000 Colonia 41

Resultan más atractivos los campos de golf situados en terrenos de paisaje variado, pendientes suaves, zonas de bosque de arbolado denso, algunos obstáculos naturales como arroyos, lagunas, desmontes, montículos o dunas en el caso de terrenos cerca del mar. La superficie de los campos depende del número y longitud de los hoyos (distancia entre el punto del golpe de salida y el hoyo).

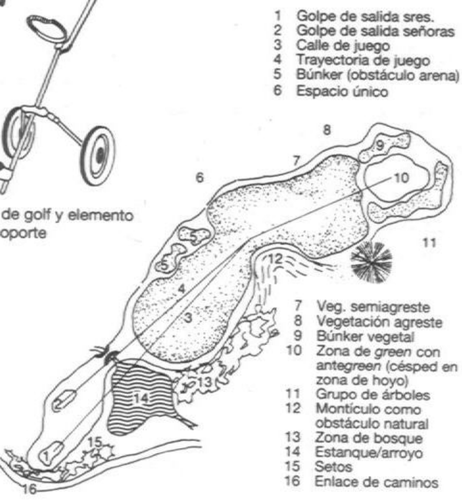
Generalmente los campos de golf no constituyen una instalación deportiva normalizada y estandarizada. En la actualidad prácticamente ya sólo es posible escoger emplazamientos en zonas rurales o forestales. Los proyectos de campos de golf deben estar bajo el control y la dirección de un experto en el tema, es decir, que posea conocimientos de proyectos rurales, normas de juego, ecología rural, topografía, tecnología agrónoma y agronomía general. Antes de iniciar el proyecto se deben analizar sus posibilidades: que el número de habitantes de la zona circundante a una distancia de unos 30 min de trayecto en automóvil, sea una cifra adecuada para un campo de golf de 9 hoyos (aprox. 100 000 habitantes), que se pueda conseguir un número aceptable de socios (unos 300), etc. (la relación actual en la ex-República Federal Alemana es de 200 000 habitantes para un campo de golf de 9 hoyos).

En un campo de golf son muy importantes las instalaciones destinadas al aprendizaje y a la práctica de este deporte. Se diferencia entre tres zonas: la plataforma de salida (*tee ground*), la calle (*fairway*) y el *green* (zona donde se encuentra el hoyo) → ④. La superficie de la plataforma de salida debe ser lo más plana posible y disponer de una anchura mínima de 80 m para que puedan realizarse prácticas en grupos de unos 15 jugadores y éstos puedan efectuar el golpe de salida en el mismo instante. Esta plataforma debe tener una longitud de 200 m, mejor 225 m, y estar dispuesta de manera que no irrumpa en el juego de otras pistas cercanas. Su emplazamiento ideal es junto al edificio del Club.

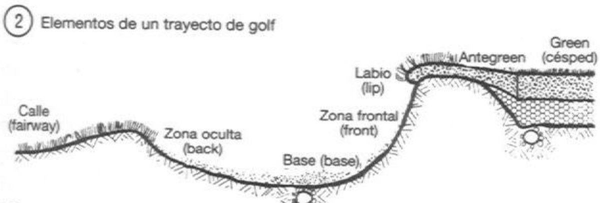
La zona de *green* debe tener una superficie mínima de 300 m² y estar diseñada como una entidad propia. Los obstáculos de arena para golpes de ensayo han de tener una superficie mínima de 200 m² y varios desniveles. La superficie que se calcula para el proyecto de un campo de golf debe corresponder al terreno necesario para la instalación de 18 hoyos (siendo el 18 el hoyo final), aunque el número de hoyos previstos en un principio sea inferior a 18. Esto significa que la superficie del campo deberá situarse en unas 55–60 hectáreas. Para que en un campo de golf de 18 hoyos se puedan realizar cómodamente recorridos de 9 hoyos, el esquema de organización de las mismas deberá cumplir con las siguientes condiciones: que la plataforma de salida de pista 1, el *green* del hoyo 9, la plataforma de salida del hoyo 10 y el *green* del hoyo 18 estén lo más cerca posible del edificio del Club → ⑤.



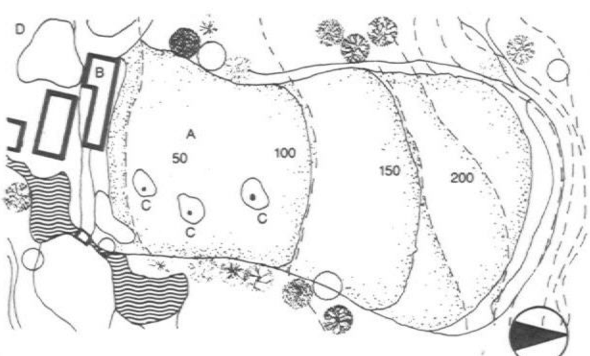
① Bolsa de palos de golf y elemento de transporte/soporte



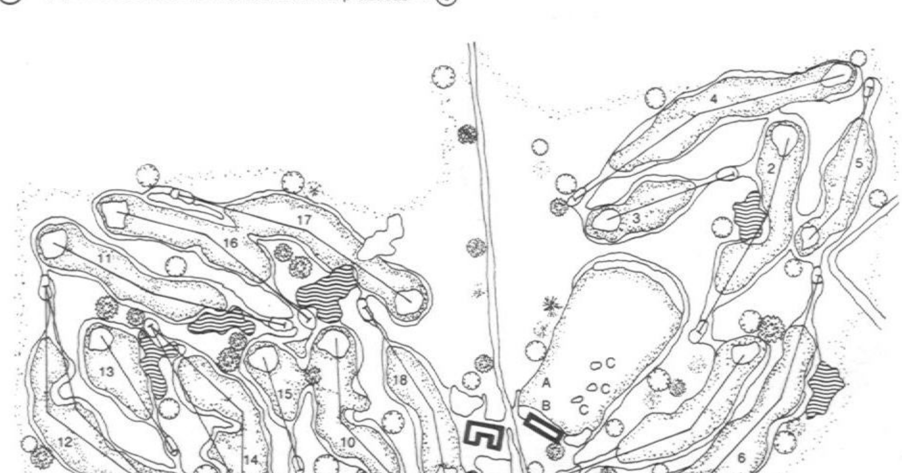
② Elementos de un trayecto de golf



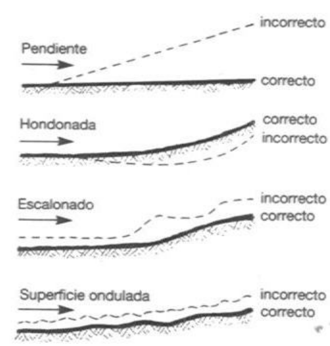
③ Sección de un búnker vegetal



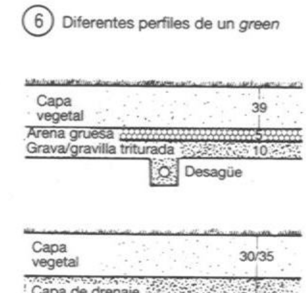
④ Equipamiento básico de una instalación de prácticas → ⑤



⑤ Campo de 18 hoyos con dimensiones homologadas para competiciones de golf



⑥ Diferentes perfiles de un *green*



⑦ Sistemas constructivos de campos de golf

Instalaciones deportivas

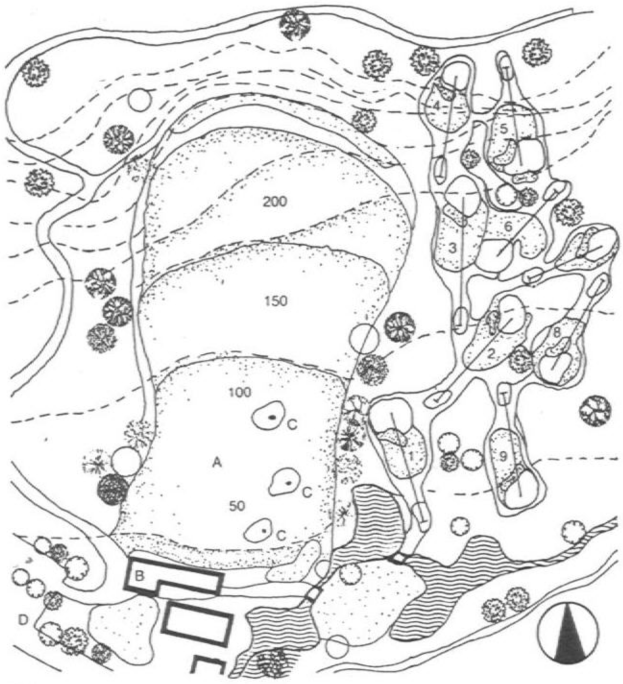
Los campos de prácticas → ① sirven tanto para entrenarse como para empezar a tomar contacto con este tipo de deporte. Un centro de golf como oferta deportiva independiente, puede instalarse, por ejemplo, en un terreno de no más de 10 hectáreas. Este tipo de instalación debería disponer de un campo de golf con 9 hoyos (par 3) y además una plataforma de salida, una calle y un *green* como hoyo de prácticas → ①.

Se distingue entre hoyos con las siguientes longitudes y el correspondiente par:

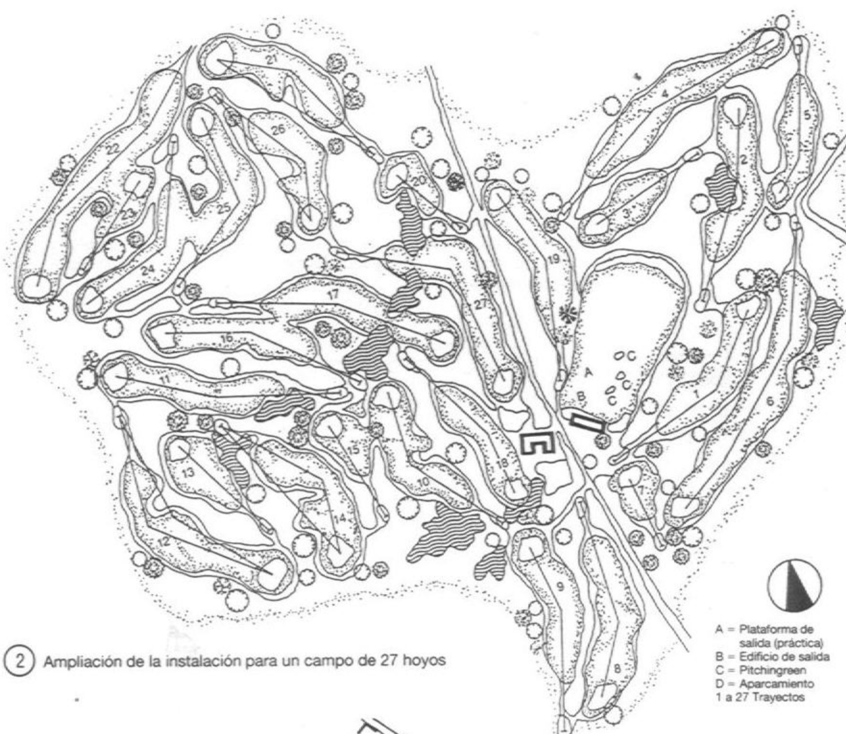
Par	Longitud de los hoyos	
	Para caballeros	Para señoras
3 4 5	Hasta 228 m 229–434 m Desde 435 m	Hasta 201 m 202–382 m Desde 383 m

Las longitudes estándar para campos de golf oscilan entre el estándar 60 con una longitud normalizada de 3749 m y el estándar 74 con una longitud normalizada de 6492 m.

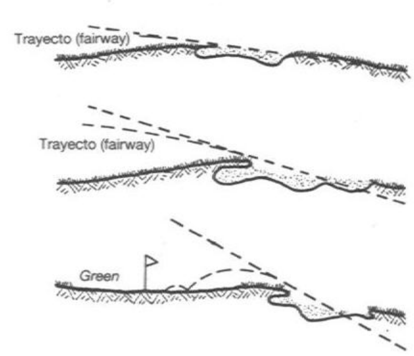
Elementos de un campo de golf: al comienzo del hoyo se encuentra la plataforma de salida cuya superficie es variable, aunque debería tener unos 200 m² y ser suficientemente ancha. Las calles tienen una anchura entre 30 y 50 m y una longitud de 100 m a más de 500 m. Al final de la pista se encuentra el *green* con una superficie mínima de 400 m², aunque generalmente ocupa entre 500 y 600 m². Las zonas de *antegreen* no son habituales en todas partes. Su anchura mínima es de 2,5 m. Las calles deben tener como límites laterales zonas o franjas de vegetación agreste con setos de diferentes alturas repartidos de forma natural por todo el campo. Los llamados *bunkers* son los obstáculos artificiales más utilizados, sin embargo, presentan la desventaja de no integrarse dentro del paisaje natural y dar la imagen de elementos extraños.



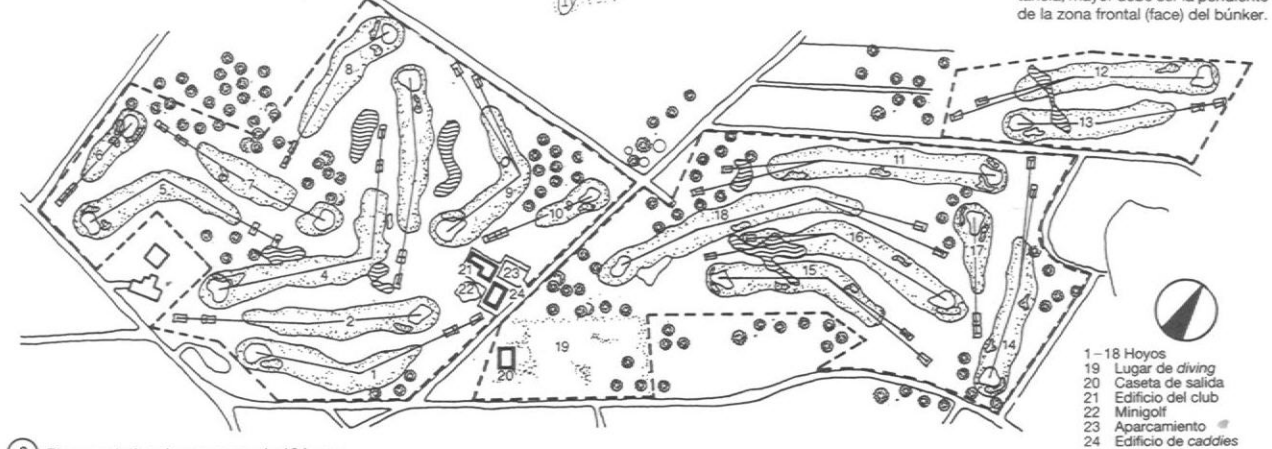
① Ampliación de una instalación de prácticas



② Ampliación de la instalación para un campo de 27 hoyos



④ Diseño de búnkers: la profundidad y la forma dependen de la distancia al *green*. Cuanto menor sea la distancia, mayor debe ser la pendiente de la zona frontal (face) del búnker.

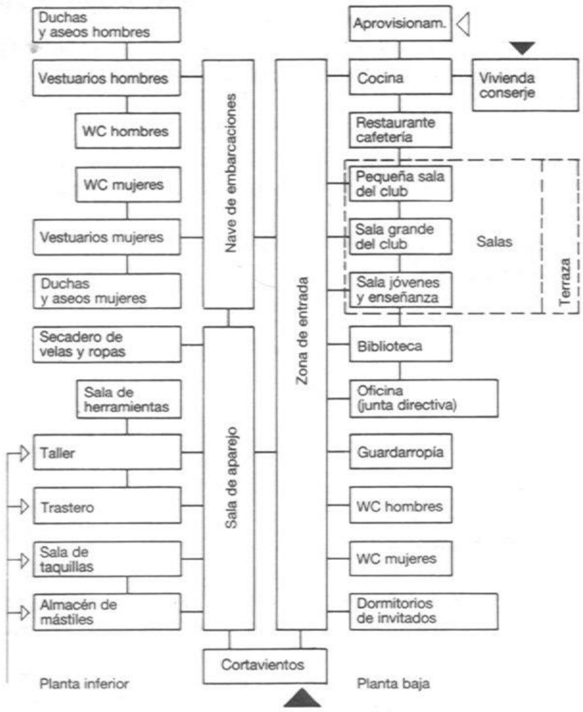


1–18 Hoyos
19 Lugar de *diving*
20 Caseta de salida
21 Edificio del club
22 Minigolf
23 Aparcamiento
24 Edificio de *caddies* (porteadores)

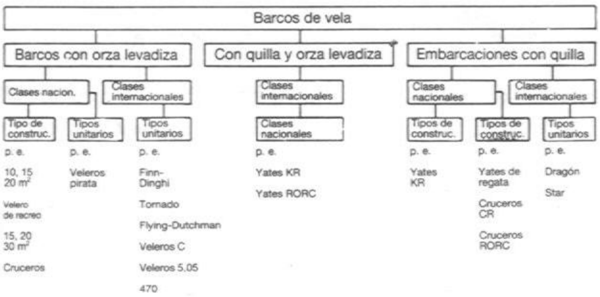
③ Plano prototipo de un campo de 18 hoyos

Instalaciones deportivas

→ 🕮



(1) Esquema funcional de un club



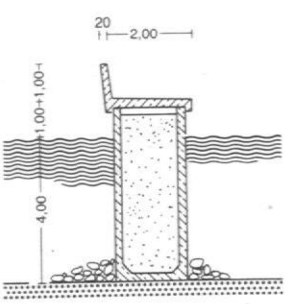
(2) Esquema general de clases y tipos de barcos de vela

Los elementos básicos de un puerto náutico son las plazas de amarre para barcos de vela y de motor. El edificio puede tener una nave de almacenamiento de botes. Los puertos deportivos de mayor envergadura se consideran como puertos náuticos. Máxima ocupación de la superficie de agua: 4–5 barcos de vela o 6 barcos de motor por cada hectárea de agua. La profundidad exigida en los puertos y aguas navegables depende del tipo de embarcación. Por lo general, basta con una profundidad de 1250 mm para veleros y barcos con orza levadiza, y entre 4000 y 5000 mm para barcos con quilla. Las aguas de nivel constante son muy adecuadas para construir puertos y muy seguras para los barcos.

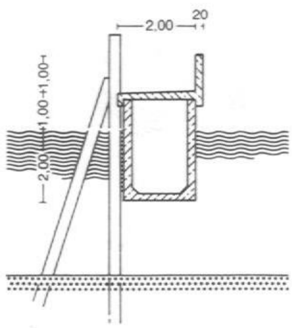
Clases de veleros Tipo (tripulación) (1–3) personas	Tipo unitario (E) o tipo de const. (K)	Dimens. longitud/ anchura m	Calado	Superficie de vela 3 (spinnaker) m²	Distintivo de clase en la vela mayor
Clases olímpicas:					
Finn–Dinghi[1] (1)					
Finn	E	4,50/1,51	0,85	10	Dos líneas azules onduladas superpuestas
Flying Dutchman[1] (2)	E	6,05/1,80	1,10	15 (S)	Letras negras FD
Star (2)	E	6,90/1,70	1,00	26	Estrella roja de 5 puntas
Tempest	E	6,69/2,00	1,13	22,93 (s)	Letra negra T
Dragón[1] (3)	E	8,90/1,90	1,20	22 (s)	Letra negra D
Soling[1] (3)	E	8,15/1,90	1,30	24,3 (s)	Letra negra Ω (omega)
Tornado[1] (2)	E	6,25/3,05	0,80	22,5 (s)	Letra negra T subray. con dos líneas paralelas
470[1] (2)	E	4,70/1,68	1,05	10,66 (s)	Número negro 470
Yate 5,05 m	K	9,50/1,95	1,35	28,8	Número negro 5,5
Otras clases internacionales:					
Pirata (2)	E	5,00/1,62	0,85 +	10 (s)	Hacha roja
Optimist (1)					
Infantiles y juveniles	E	2,30/1,13	0,77 +	3,33	Letra negra O
Cadete (2)	E	3,32/1,27	0,74 +	5,10 (s)	Letra negra G
Velero OK (1)	E	4,00/1,42	0,95	8,50	Letras azules O y K
Velero olímpico (1)	E	5,00/1,66	1,06 +	10	Anillo rojo
Velero 420 (2)	E	4,20/1,50	0,95 +	10 (s)	Número negro 420 (oblicuo)
Algunas clases nacionales (ex-RDA):					
Velero de recreo 15 m² o bien velero H (2)	K	6,20/1,70	—	15 (s)	Letra negra H
Crucero 15 m² (2)	K	6,50/1,85	—	15 (s)	Letra negra P
Crucero 20 m²	K	7,75/2,15	—	20 (s)	Letra negra R

[1] Clases olímpicas en Moscú 1980
\+ Orza bajada

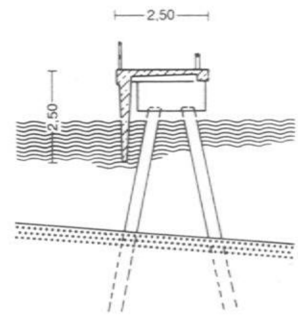
Tipos de veleros (extracto) → p. 444



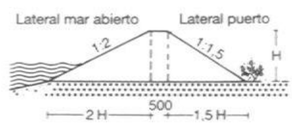
(3) Cajón sumergible de piezas prefabricadas de hormigón armado y relleno de arena



(4) Pontón flotante de piezas prefabricadas de hormigón armado

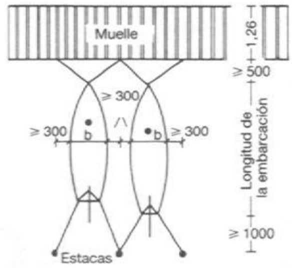


(5) Pared de inmersión de piezas prefabricadas de hormigón en el puerto de reparación de la isla de Riems

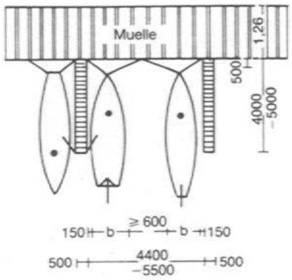


Altura H en m	Anchura de base S en m
1	4,00
2	7,50
3	11,00
4	14,50
5	18,00
6	21,50

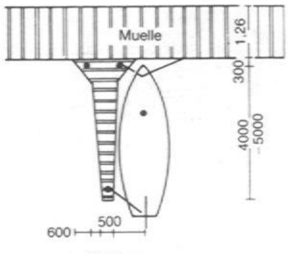
(6) Sección transversal de un dique (dimensiones)



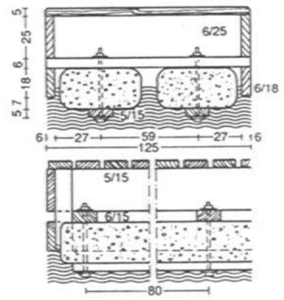
(7) Amarres para embarcaciones: amarre de embarcaciones entre muelle y estacas



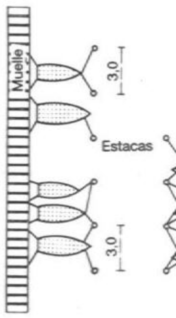
(8) Amarres para embarcaciones: amarre diagonal de embarcaciones entre muelle y pantalán



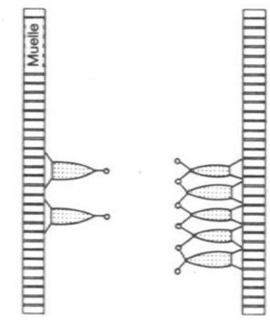
(9) Amarres para embarcaciones: amarre de embarcaciones entre muelle y pantalán en forma de Y



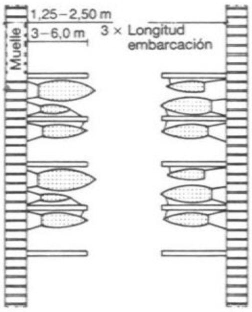
(10) Pantalán flotante con flotadores de «Styrofoam». Sección longitudinal y transversal



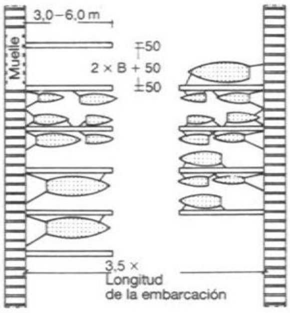
(1) Amarres para embarcaciones deportivas en Rotterdam → p. 443 (7)



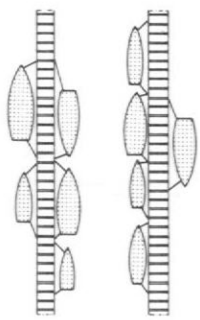
(2) Mediterráneo

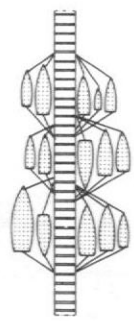


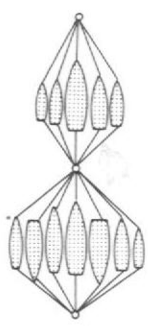
(3) En aguas americanas

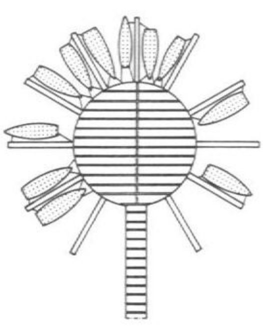


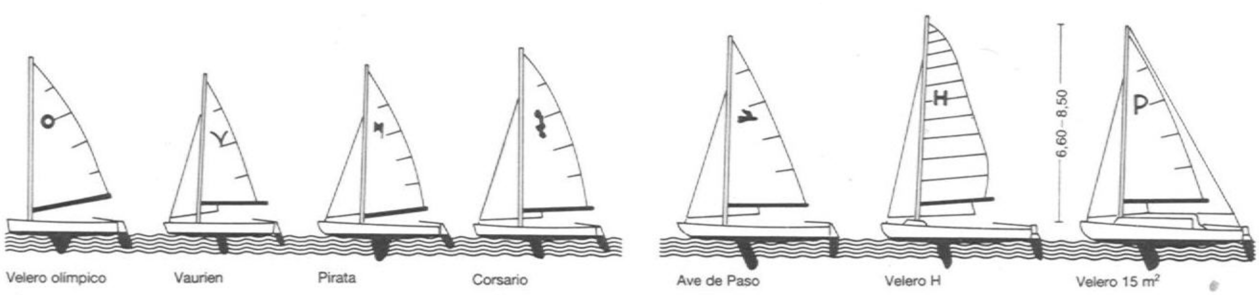
(4) En Port Hamble


(5) Amarres para embarcaciones deportivas en Granville

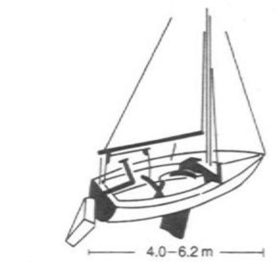

(6) En St. Rochelle


(7) En Yarmouth

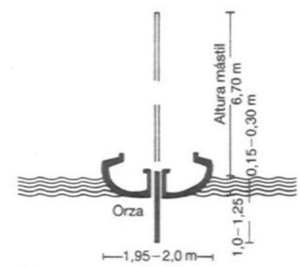

(8) En San Francisco



(9) Tipos de veleros corrientes en puertos deportivos



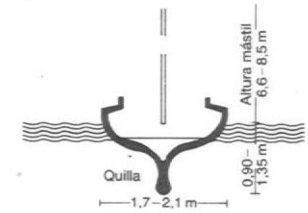
(10) Velero



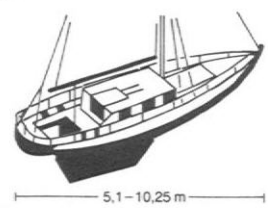
(11) Sección transversal de un velero



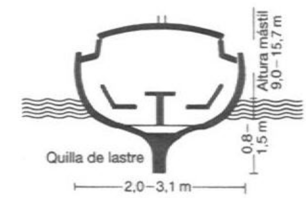
(12) Embarcación con quilla (abierta)



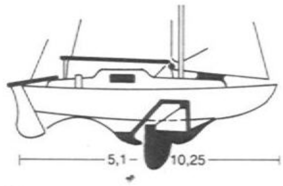
(13) Sección transversal de una embarcación con quilla (abierta)



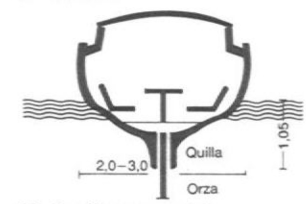
(14) Crucero con quilla



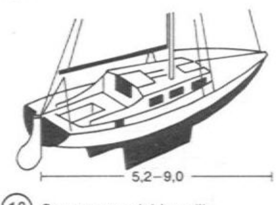
(15) Sección transversal de un crucero con quilla



(16) Crucero con quilla y orza levadiza



(17) Sección transversal de un crucero con quilla y orza levadiza



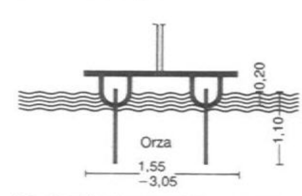
(18) Crucero con doble quilla



(19) Sección transversal de un crucero con doble quilla



(20) Catamarán (abierto)



(21) Sección transversal de un catamarán (abierto)

VELA – PUERTOS NÁUTICOS

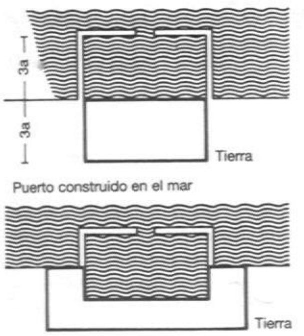
En la elección del emplazamiento se ha de prever la formación de hielo, analizar su frecuencia y la forma en que se produce, para prever daños en la instalación provocados por las fuerzas de dilatación y de empuje que ejerce la banquisa. Cada embarcación deportiva necesita un puesto de amarre adecuado (para entrenamiento, fines de semana, vacaciones). El tipo de amarre depende de la frecuencia de utilización. Un puerto deportivo debería disponer, aparte de los puestos de amarre, de plazas de almacenaje en tierra y en naves cubiertas. Superficie necesaria de almacenaje en serie para embarcaciones deportivas: puesto de amarre: 90–160 m^2, puesto de almacenaje en tierra: 100–200 m^2, total 200–360 m^2. Por cada embarcación se ha de prever una plaza de aparcamiento de automóvil.

La dirección principal del viento y de las olas son dos factores relevantes que condicionan la bocana del puerto. El movimiento de las olas se amortigua mediante diques rompeolas → ①–④. La anchura de las entradas y salidas debe corresponder a la suma de longitudes de los amarres adyacentes (para veleros) y a 1,5 la longitud de los amarres adyacentes (para veleros mayores).

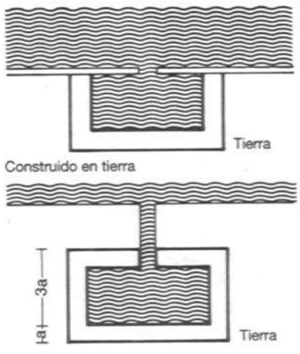
Las entradas de los puertos deportivos, que se han de poder utilizar con viento de cualquier dirección, deberían tener, después de la entrada, un círculo de giro de ∅ 35–60 m. Los diques, elementos de fijación en las orillas, muelles, medios de transporte de embarcaciones y plazas de almacenaje tienen una influencia decisiva en la utilización del puerto deportivo bajo diferentes condiciones climáticas → p. 443.

Los diques sirven de rompeolas y evitan el enarenamiento que podrían producir las corrientes. Los diques de piedra se construyen con rocas compactas, bloques de piedra natural o de hormigón prefabricado con determinadas formas geométricas (p.e. en forma de tetraedro), que al colocarse se entrelazan entre sí → p. 443 ⑥. Las hileras de estacas son, junto a los diques de piedra, uno de los tipos de rompeolas más utilizados y consisten en piezas de acero perfilado hincadas. Su durabilidad es de 20 a 30 años.

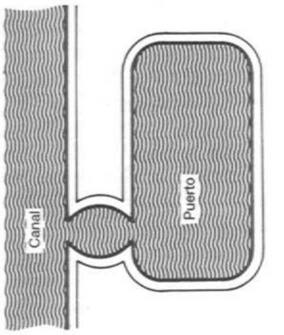
Los pontones flotantes de acero, hormigón armado, tubos flexibles rellenados con aire, flotadores de «Styrofoam» → p. 443 ⑩ se utilizan tanto para construir diques como muelles. Los pontones de acero y de hormigón armado, sumergibles hasta 2 m, se adaptan a cada niel de agua y provocan la amortiguación necesaria para calmar las aguas. Los cajones sumergibles → p. 443 ③ se componen de piezas prefabricadas de hormigón armado, se sumergen y se rellenan con arena o grava in situ.



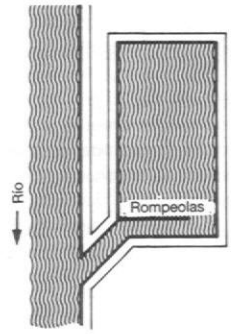
① Construido en el mar y parcialmente en tierra



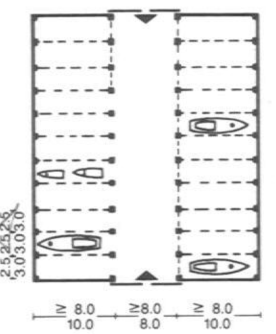
② Con un canal al mar



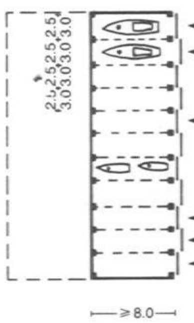
③ Entrada y salida de puertos en canales



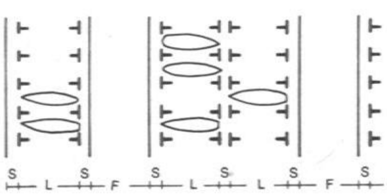
④ Entrada y salida de puertos fluviales



⑤ Planta esquemática de una nave para almacenaje de embarcaciones. Puerta única corredera de dos hojas

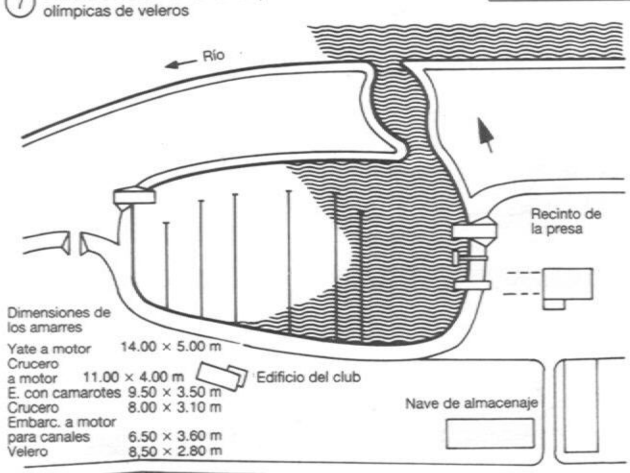


⑥ Planta esquemática de una nave para almacenaje de embarcaciones. Puertas en uno o en los dos lados mayores

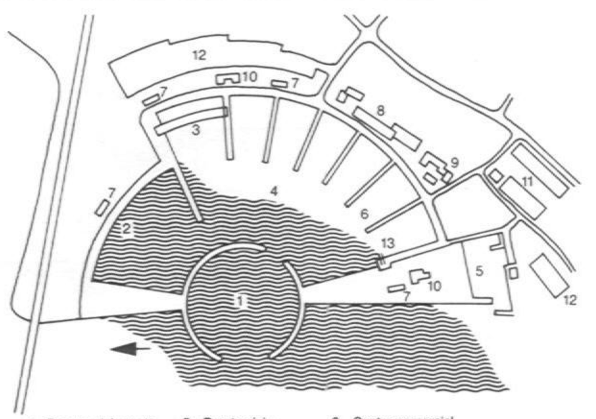


⑦ Dimensiones de los amarres para las cinco clases olímpicas de veleros

Tipo de embarcación	Dimensiones de la embarcación		Dimensión necesaria de las plazas		Distancia seguridad	Ancho necesario paso
	Longitud	Anchura	Longitud (L)	Anchura (B)	(S)	(F)
Finn	4,50	1,51	4,50	= 3,00	aprox. 1,00	5,00
Flying Dutchman	6,05	1,80	6,00	= 3,00	aprox. 1,00	6,50
Star	6,92	1,72	7,00	= 3,50	aprox. 1,50	7,50
Dragón	8,90	1,90	9,00	= 4,00	aprox. 2,00	9,50
Clase 5,5 m	10,40	1,90	10,50	= 4,00	aprox. 2,00	11,00



⑧ Ejemplo de un puerto deportivo



1 Bocana del puerto
2 Rampa para veleros
3 Embarcaciones
4 Puerto nuevo
5 Puerto viejo
6 Pantalanes
7 WC
8 Hotel y restaurante
9 Centro comercial
10 Quiosco
11 Presa
12 Almacén de invierno para embarcaciones
13 *Travelift*

⑨ Ejemplo de un puerto de yates

Instalaciones deportivas

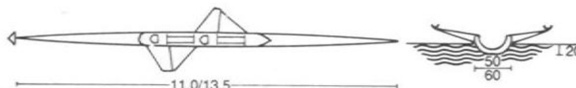
EMBARCACIONES DEPORTIVAS – BOTES DE REMO

Información: Deutscher Ruderverband, Hannover → 🕮

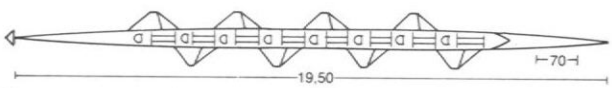
Los botes de remo son, en su mayor parte, botes de equipo y generalmente son propiedad del club. Los kayaks y las canoas canadienses se utilizan especialmente en aguas bravas, sin obstáculos y en paisajes naturales.
El edificio de almacenaje de embarcaciones ha de tener ventanas o lucernarios dirigidos hacia el norte para evitar la entrada directa del sol. Dimensiones: puertas de ≧ 2,50 × 2,75 m para poder entrar las embarcaciones transportándolas encima de la cabeza; anchura de la nave: ≧ 6,00 m; longitud de nave: 30 m; altura de la nave, preferentemente 4,00 m → ⑭. Remos: 3,80 m de longitud; anchura de la pala: 15–18 cm. Los remos deben guardarse cerca de la entrada, en posición horizontal sobre estanterías o mejor en posición vertical fijados con aros de sujeción y caja rehundida (su profundidad depende de la altura de la nave). Entre el muelle en el agua y el almacén de embarcaciones ha de existir, a lo largo de la orilla, una franja de ≧ 20–30 cm, con tomas de agua y plazas de estacionamiento de remolques, para permitir la limpieza y preparación de los botes. Estas instalaciones deberían estar cerca de zonas de bosque o superficies con césped para ofrecer la posibilidad de acampar.
Piscina de entrenamiento para remos cortos → ⑯; para botes de ocho remeros las dimensiones de la piscina deben ser de 12,60 × 7,60 m. Existen piscinas de entrenamiento simples y dobles (dos lados simétricos; también posible con los dos lados desplazados). Mediante un circuito artificial de agua se simulan corrientes de agua de ríos naturales.
Es conveniente combinar este tipo de instalaciones con gimnasios o piscinas, que comuniquen directamente con sus vestuarios correspondientes.



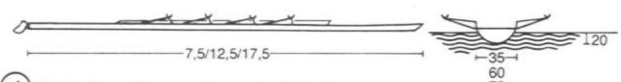
(1) Embarcaciones de regata, de un remero



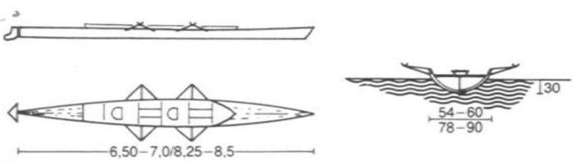
(2) De dos/cuatro remeros



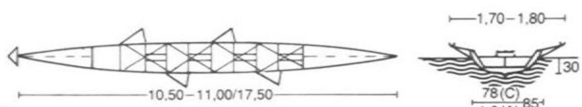
(3) De ocho remeros



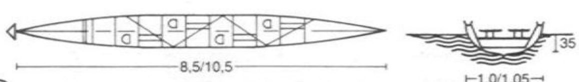
(4) Canoa ligera de regata de uno/cuatro/ocho remeros



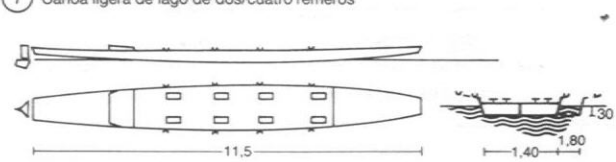
(5) Canoa ligera de recreo de uno/dos remeros



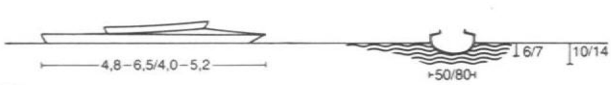
(6) De cuatro/ocho remeros



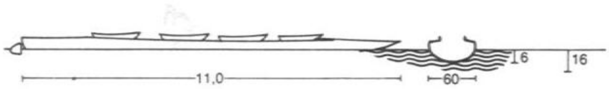
(7) Canoa ligera de lago de dos/cuatro remeros



(8) Canoa



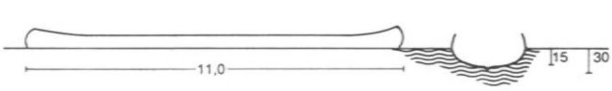
(9) Kayak con remo doble de uno/dos remeros



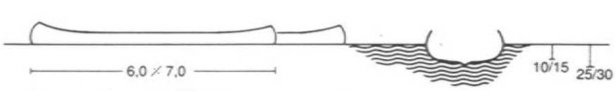
(10) De cuatro remeros



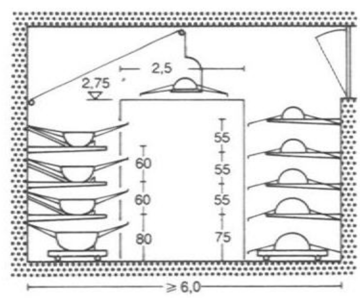
(11) Canoa canadiense con pagaya



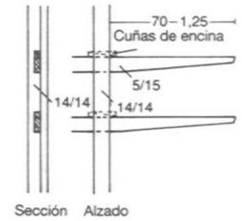
(12) Canoa canadiense de regata de ocho remeros con timonel



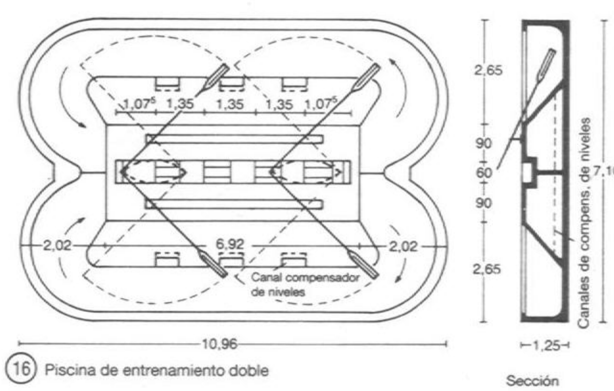
(13) Canoa canadiense de regata de seis y diez remeros con timonel



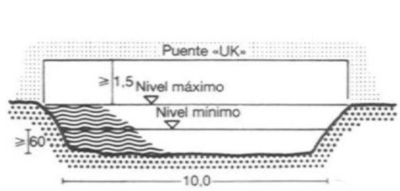
(14) Sección de una nave de almacenaje

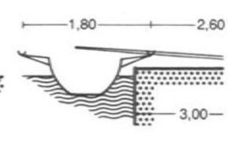


(15) Estanterías para embarcaciones cada 2,00–2,50 m



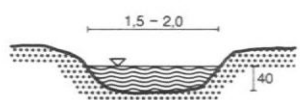
(16) Piscina de entrenamiento doble

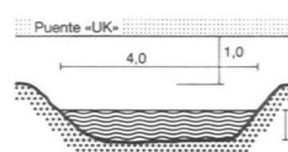




(17) Aguas practicables

(18) Amarre, l = 7,0 m

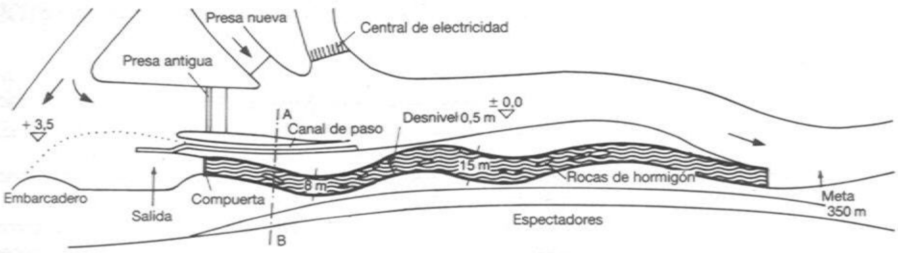




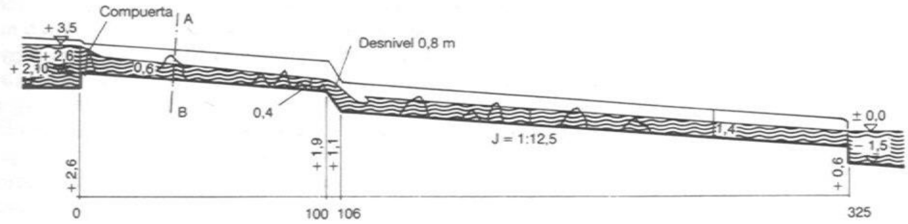
(19) Aguas practicables para embarcaciones de paseo «Kl» mínimo

(20) Para embarcaciones de recreo, normal

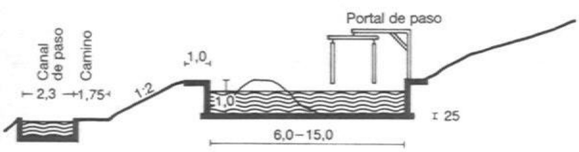
Instalaciones deportivas

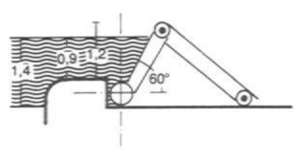


(1) Tramo de regatas de slalom para canoas



(2) Sección longitudinal → (1)





(3) Sección transversal A–B → (1)

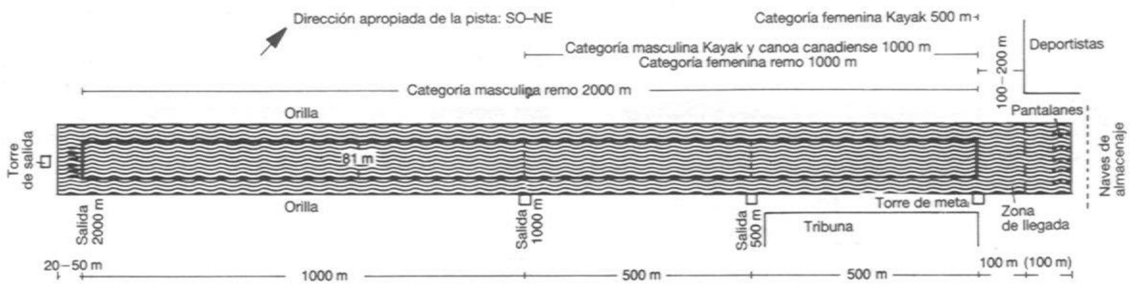
(4) Compuerta deslizante

DEPORTES ACUÁTICOS →

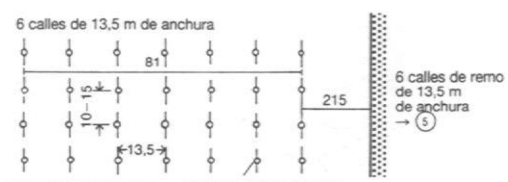
Las instalaciones de entrenamiento de regatas para canoas y concursos de slalom deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Instalaciones naturales: en tramos empinados (con una pendiente de 1:100 o superior); canales federales o ríos similares de 10 m^3/s de caudal (regulado por una presa en la parte superior). En aliviaderos de molinos o presas, al menos 8 m de anchura, con o sin obstáculos (construcción de portones) → (3).

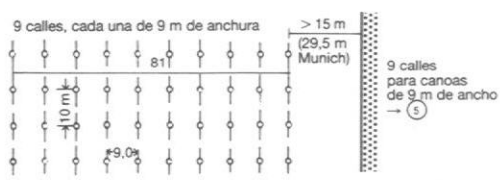
2) Instalaciones artificiales: instalación olímpica:
«Canal de hielo» en Lech (alrededores de Augsburg). Longitud: 550 m. Canal de hormigón armado, rocas de hormigón como obstáculos y seis m de desnivel, salto de agua, 32 portales de paso para recorridos de regata y entrenamiento de remo y canotaje → (5).



(5) Canal de regatas en Munich (dimensiones internacionales) para remo y canotaje

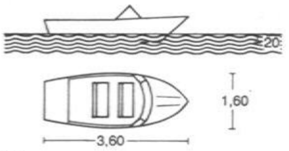


Esquema de un canal de remo

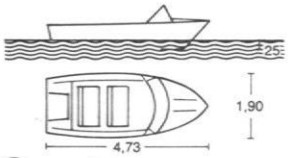


Esquema de un canal para canoas

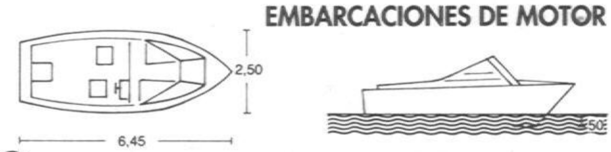
EMBARCACIONES DE MOTOR



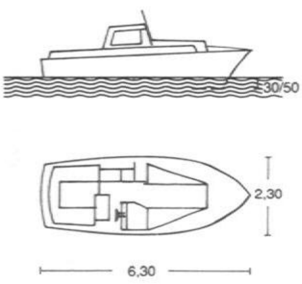
(6) Lancha deportiva



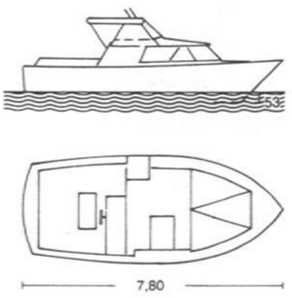
(7) Embarcación «Runa»



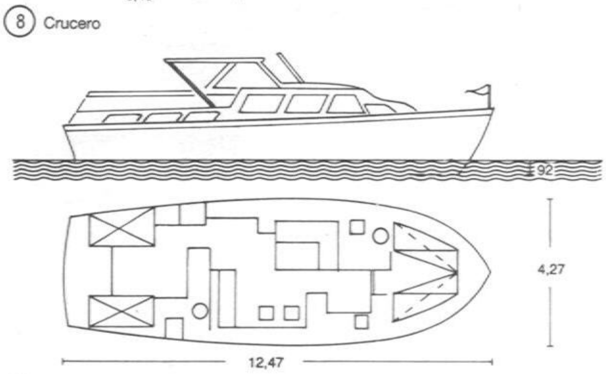
(8) Crucero



(9) Embarcación con camarote



(10) Crucero con motor

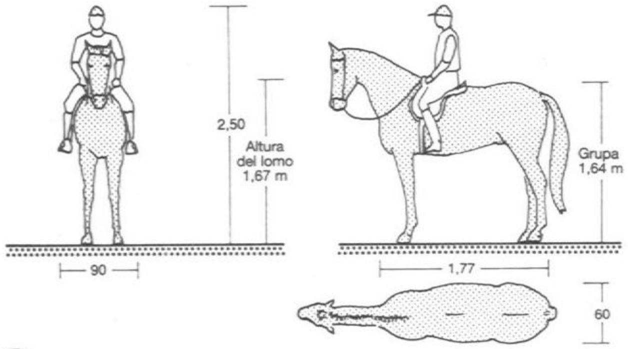


(11) Yate con motor

Instalaciones deportivas

INSTALACIONES DE HÍPICA, PICADEROS CUBIERTOS

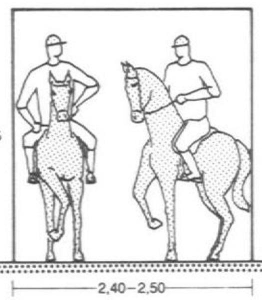
Información: Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN) Warendorf Bundesinstitut für Sportwissenschaften, Colonia → 🕮



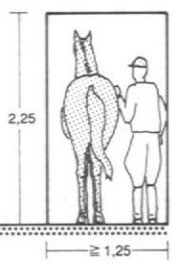
(1) Medidas de caballo y jinete



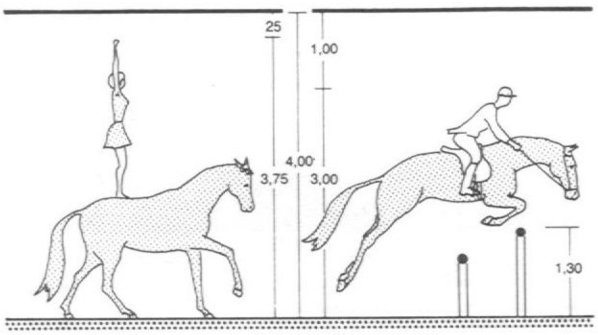
(2) Entrada para caballo



(3) Portal o pasillo de cuadras



(4) Caballo y jinete

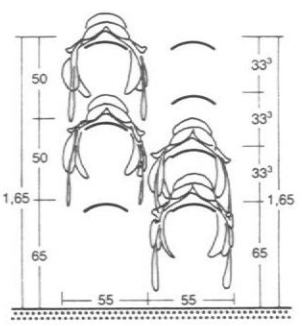


(5) Picadero para volteretas

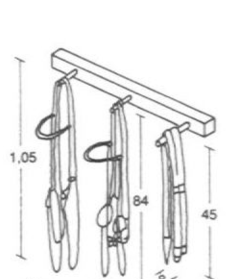
(6) Pista de salto



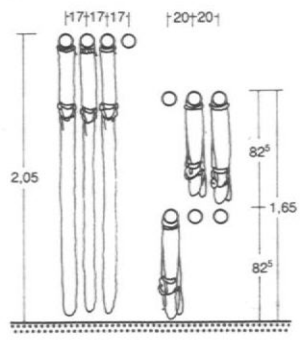
(7) Silla de montar con manta



(8) Pared para colgar sillas de montar

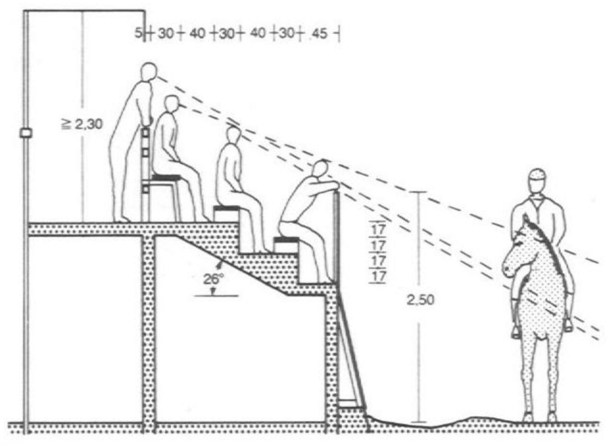


(9) Bridas y bocados

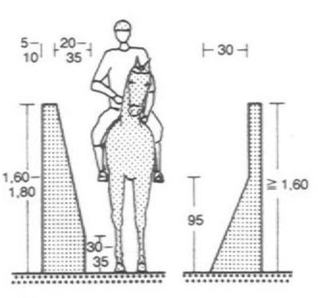


(10) Pared para bridas y bocados

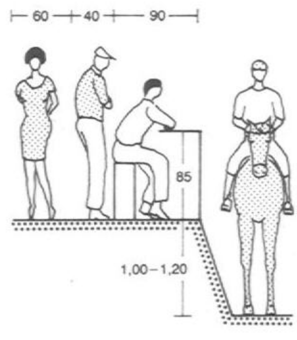
Una hípica debería estar situada lo más cerca posible de una zona apropiada para poder hacer salidas a caballo.
Las zonas con una elevada humedad en el suelo y en el aire, como las vaguadas o lugares sin viento, dificultan la ventilación necesaria. Son más adecuados los lugares situados en una colina, generalmente bien ventilados. La pendiente del terreno sobre el que se sitúen los edificios y los picaderos ha de ser ≧ 10 %.
El cuarto de monturas debe ser preferentemente rectangular, con amplias superficies útiles de pared y una anchura de 4,0–4,5 m. Las sillas de montar deben colgarse en tres filas de manera escalonada → (8). El cuarto de monturas y de limpieza debe estar provisto de calefacción y bien ventilado. La altura mínima de las salas de equitación y salto es de 4,00 m → (5)–(6). Sobre el número necesario de plazas para espectadores no existen referencias generalizables. Las gradas deberán ser lo más bajas posibles, para poder ofrecer una buena vista frontal del jinete y del caballo. Una solución adecuada es una grada de circunvalación para espectadores → (13), la primera fila sirve de asiento y la segunda para estar de pie. Detrás se precisa espacio suficiente para permitir que puedan circular dos personas. A una pista de 20 × 40 m le corresponden unas 200 plazas con y sin asiento. Las medidas de la entrada principal deben ser: 3,00 m de anchura y 3,80 m de altura, de manera que puedan pasar camiones de tamaño medio. Entradas secundarias ≧ 1,20 m de anchura y ≧ 2,80 m de altura. Las puertas deben abrirse hacia fuera.
La banda, como delimitación de la pista tiene varias funciones → (12): facilita las tareas de doma del caballo y protege al jinete contra posibles lesiones. La pendiente de la parte inclinada debe ser ≧ 20° respecto a la vertical.
Las ventanas acristaladas situadas a menos de 2 m del suelo deben protegerse con rejas de malla estrecha. Para que 10 caballos puedan moverse libremente fuera de sus cuadras se precisan unos 1000 m² de descampado. Es recomendable sacar los caballos en parejas y una vez a la semana como mínimo.



(11) Tribuna con pasillo de circunvalación



(12) Sección de las bandas



(13) Grada de circunvalación para espectadores

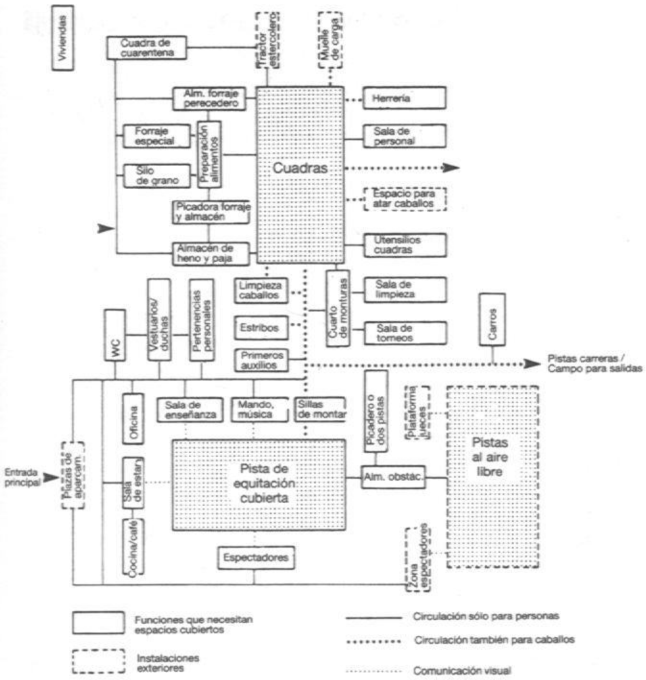
Instalaciones deportivas

INSTALACIONES HÍPICAS, PICADEROS CUBIERTOS

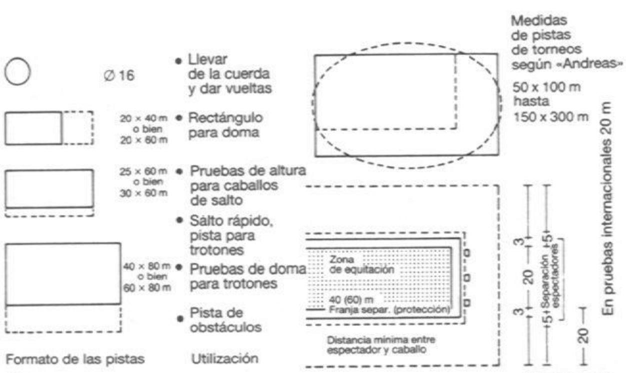
→ 🕮

Normalmente el funcionamiento de las instalaciones hípicas suele ser similar, salvo variaciones puntuales debido a peculiaridades hípicas o características locales de la zona, los proyectos de edificación se diferencian básicamente por su envergadura (capacidad de las cuadras). De esta última dependen las dimensiones de los diferentes espacios y la agrupación de diferentes funciones en un mismo ámbito → ①. El núcleo del programa consiste en los espacios cerrados destinados al alojamiento, cuidado y atención de los caballos. Para poder practicar la hípica en días con mal tiempo es imprescindible un picadero cubierto. La inclusión de viviendas para mozos, encargados o profesores de equitación depende del tipo de instalación.

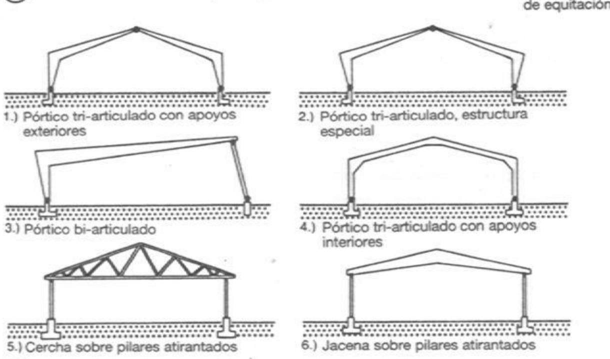
Ajustándose a las necesidades del caballo y del jinete, se debe situar el eje transversal de la pista de saltos en dirección norte-sur → ④, ya que la mayoría de los obstáculos de salto se toman en la misma dirección que el eje principal transversal. En pistas de torneos, orientadas de norte a sur, se colocarán las casetas de los jueces y las tribunas de espectadores detrás de la parte oeste de la pista, ya que los torneos importantes se celebran por la tarde. La superficie mínima de una pista de doma (superficie útil para montar) es de $20 \times 40\ m^2$ → ②. A partir de la categoría M de doma y de pruebas multidisciplinares se precisa una superficie útil de $20 \times 60\ m^2$. La franja que rodea la pista debe estar acondicionada para poder montar en ella y ha de tener una anchura ≧ 3 m y en la entrada ≧ 5 m, de manera que la superficie bruta de la pista es de $26 \times 48\ m^2$ → 2. Al celebrar torneos hay que dejar una distancia mínima de seguridad entre el caballo y los espectadores de 5 m y si son torneos internacionales de 20 m.



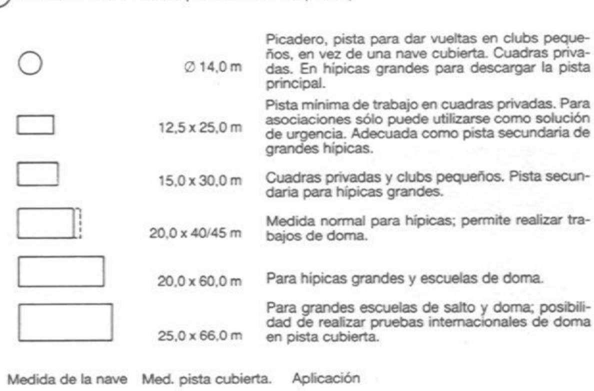
① Esquema de espacios internos de una hípica.



② Medidas útiles de los espacios para montar al aire libre



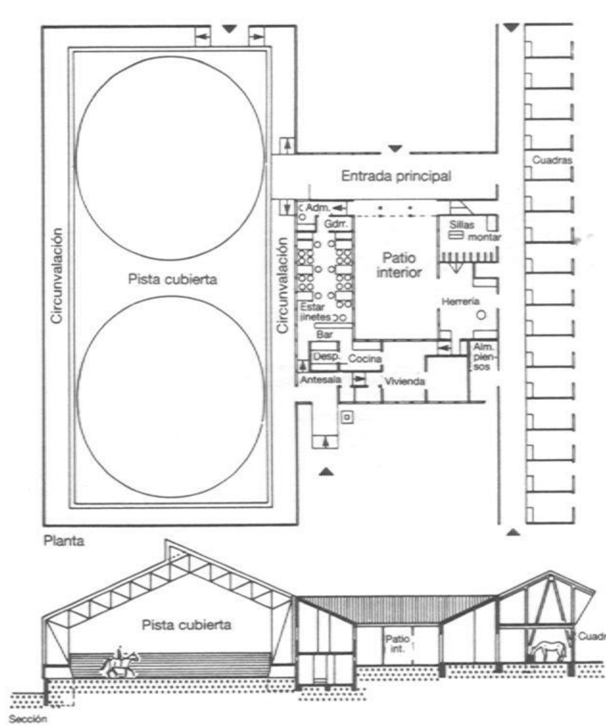
③ Sección transversal de pistas cubiertas (naves)



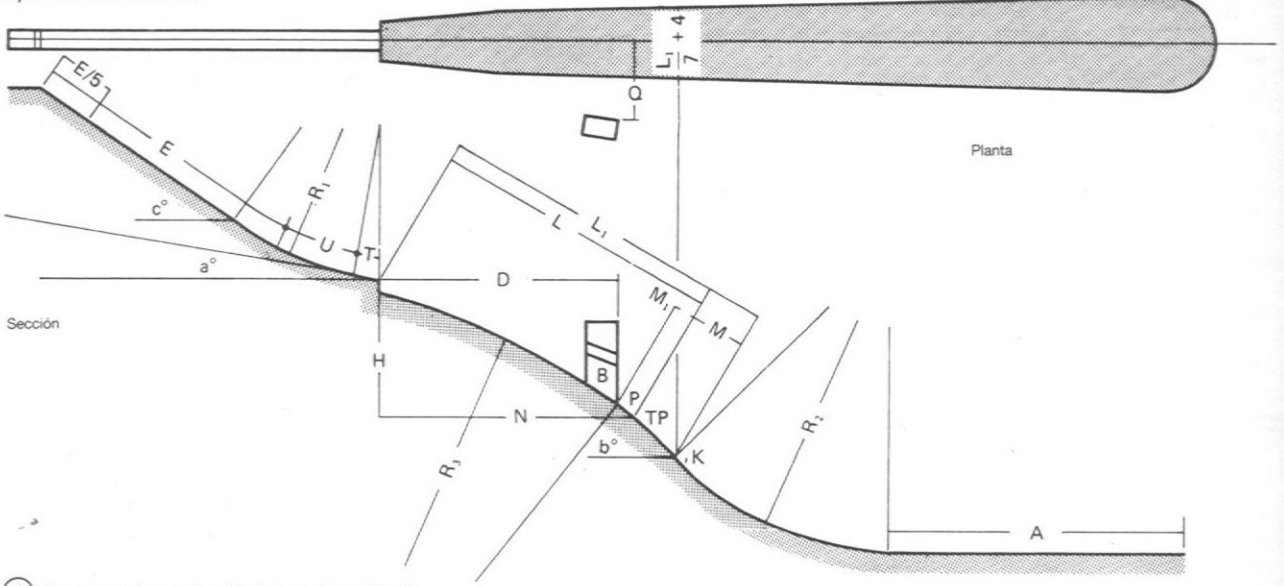
④ Dimensiones de pistas cubiertas

Género almacenado		100 kg ocupan en m^3	Ración diaria en kg	Cantidad a almacenar por caballo		
				Meses	kg	m^3
Avena		0,22	5	1	150	0,33
Heno	Largo, sin prensar	1,00-1,18	8	12	2900	29-34
	Prensado, en balas con cable	0,59				17
Paja	Largo, sin prensar	1,43-2,00	aprox. 20 (cuando sólo se utiliza paja)	3	1825	26-37
	Prensado, en balas con cuerda	1,05-1,18				19-22
	Prensado en balas con cable	0,42-0,50				8-9
	Cortado, 100 mm de largo	2,22-3,33	aprox. 15		1375	31-16
Espacio útil de almacén para forraje por caballo.						

⑤ Espacio para almacenaje



⑥ Hípica «Gerolstein/Eifel» Arq.: Schnitzer



(1) Croquis para la construcción de trampolines de salto

Abreviaturas utilizadas:
P = punto norma
TP = punto de tablas
K = punto crítico (final del tramo de estabiliz. y comienzo del arco de desaceleración)
B = final de la curvatura de aterrizaje
M = tramo de estabilización (desde P hasta K)
M_1 = distancia desde P hasta B
L = distancia entre el final del trampolín y el punto P
L_1 = distancia entre el final del trampolín y el punto K
H = proyección vertical de L
N = proyección horizontal de L
H:N = relación entre la vertical y la horizontal
a = pendiente de la meseta del trampolín
b = pendiente del tramo de aterrizaje entre el punto norma (P) y el punto crítico (K)
c = pendiente del tramo de impulsión
R_1 = radio del arco desde la impulsión hasta la meseta del trampolín
R_2 = radio del arco desde el aterrizaje hasta la desaceleración
R_3 = radio del arco desde la meseta del trampolín hasta el tramo de aterrizaje
T = longitud de la meseta del trampolín
U = parte del tramo de impulsión en el que ya no aumenta la velocidad
E = parte del tramo de impulsión en el que aumenta la velocidad
F = longitud total de impulsión (F = U + E + T)
A = longitud del tramo de desaceleración
V_o = velocidad en la meseta del trampolín en m/seg
D = distancia horizontal entre el extremo del trampolín y la parte inferior de la torre del juez
Q = distancia entre el eje de la pista de impulsión y el canto anterior de la torre del juez

Trampolines pequeños													
E					L								
c	c	c				8–10°		7–9°		6–8°			← a
30°	35°	40°	U	T	Vo	$\frac{H}{N}$ = 0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38	b ↓
26	23	21	4,5	3,3	15	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	17,5	17,0	30–34°
32	28	25	5,1	3,5	16	25,5	24,8	24,0	23,3	22,5	21,8	21,0	30–35°
39	32	28	5,8	3,7	17	31,0	30,0	29,0	28,0	27,0	26,0	25,0	33–36°
46	37	32	6,5	4,0	18	36,5	35,3	34,0	32,8	31,5	30,3	29,0	33–36°
52	43	37	7,2	4,2	19	42,0	40,5	39,0	37,5	36,0	34,5	33,0	34–37°
59	49	42	8,0	4,4	20	47,5	45,8	44,0	42,3	40,5	38,8	37,0	34–37°

(2) Dimensiones

Normas para los elementos más importantes del trampolín de saltos:
H:N = 0,48 hasta 0,56
El punto norma de un trampolín se ha de calcular:
P = L1-M, donde las normas para M son:
M = 0,5 hasta 0,8 V_o en pistas hasta P = 70 m
M = 0,7 hasta 1,1 V_o en pistas hasta P = 90 m
M_1 = 0 hasta 0,2 V_o
R_1 = 0,12 V_o^2 hasta 0,12 V_o^2 + 8 m
R_2 = 0,14 V_o^2 hasta 0,14 V_o^2 + 20 m
R_3 = se elige la curvatura que mejor se adapte a la curva de vuelo
T = 0,22 V_o
U = 0,02 V_o^2
A = entre 4 y 5 V_o, para desaceleración horizontal
D = entre 0,5 y 0,7 × L1 hasta el canto inferior de la torre
Q = entre 0,25 y 0,50 × L_1

Ejemplo: en función del terreno, se obtienen los datos L_1 y H/N, por ejemplo H/N = 0,54; c = 35°; L = 87 m.
En la tabla encontrará: L = 87 y en la columna izquierda: V_o = 26; en la misma fila: c = 35°, E = 90 m, U = 14 y T = 5,7; F = E + U + T = 90 + 14 + 5,7 = 109,7 m.
A pesar de todo, la FIS puede autorizar una instalación que se aparte de las medidas expresadas en las tablas. En este caso, el constructor ha de justificar por escrito los motivos.

Trampolines de tamaño medio y grande											
E						L					
c	c	c				9–12°			8–10°		← a
30°	35°	40°	U	T	Vo	$\frac{H}{N}$ = 0,56	0,54	0,52	0,50	0,48	b ↓
62	52	44	8,8	4,6	21				53,0	51,0	35–37°
71	58	49	9,7	4,8	22	65,3	63,0	60,8	58,5	56,2	
80	65	54	10,6	5,1	23	71,5	69,0	66,5	64,0	61,5	36–38°
89	72	60	11,4	5,3	24	77,7	75,0	72,2	69,5	66,7	
99	80	67	12,5	5,5	25	84,0	81,0	78,0	75,0	72,0	37–39°
111	90	74	14,0	5,7	26	90,2	87,0	83,7	80,5	77,2	
124	100	81	15,0	5,9	27	96,3	93,0	89,5	86,0	82,5	38–40°
137	110	88	16,0	6,2	28				91,5	87,7	

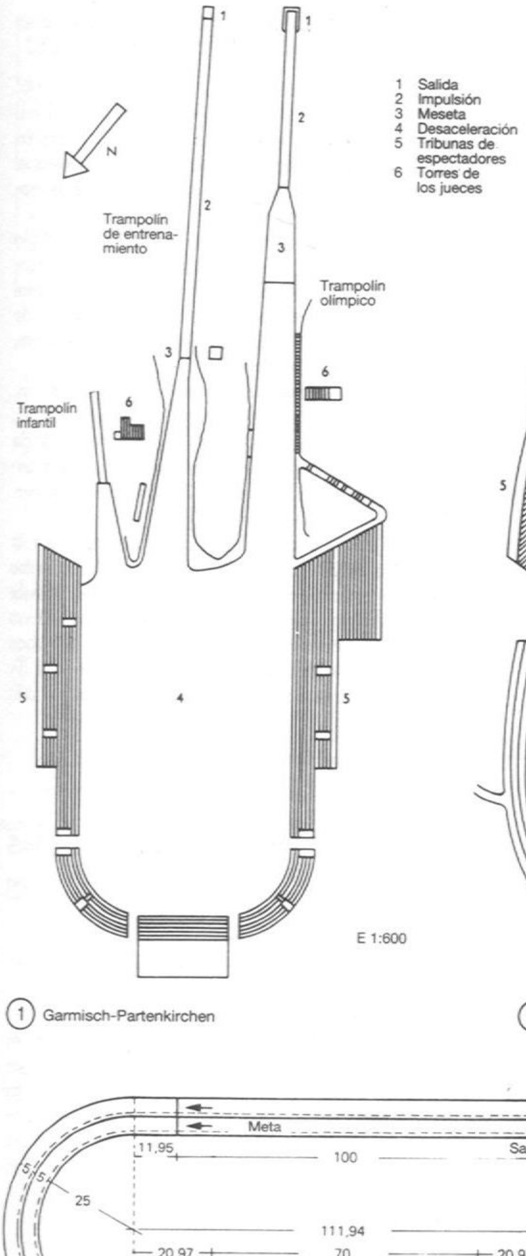
(3) Dimensiones

La separación «d» entre el antepecho de la cabina inferior de jueces y la horizontal que pasa por el extremo del trampolín ha de estar comprendida entre D × tg 16° y D × tg 20°. Las cabinas se han de situar en diente de sierra y escalonadamente a lo largo de la línea definida por el extremo del trampolín y el punto situado a la distancia «d». El canto superior del pavimento de las cabinas está entre 1,0 y 1,2 m por debajo de la cota superior del antepecho. Las torres han de formar un ángulo entre 7° y 10° respecto al eje de la pista, para que el juez pueda observar bien todo el período de vuelo y aterrizaje. En la zona de impulsión se deberían colocar tantos puestos de salida como sea posible, repartidos uniformemente cada metro (medido en proyección horizontal) a lo largo de una distancia igual a E/5.
Puesto inferior de salida = E − E/5.
Anchura mínima de la pista de salto en el punto K = L_1/7 + 4 m.

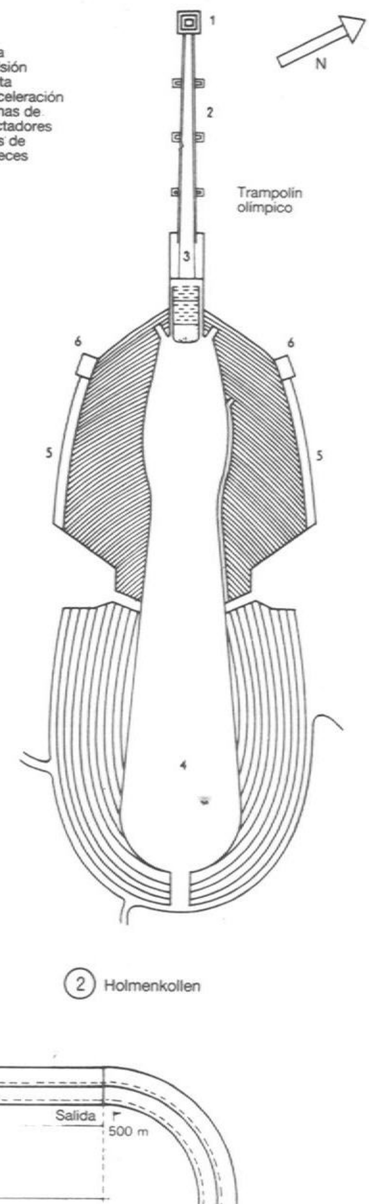
Observaciones:
Todas las pendientes se expresan en grados sexagesimales (360°). Cuando las curvas de transición son parabólicas, R1 y R2 representan la menor curvatura de dichas parábolas.
Si la zona de impulsión está sobre terreno natural, se han de colocar referencias cada 2 m para facilitar la determinación exacta del punto de despegue. La pendiente de la meseta del trampolín, así como de varios puntos de la curva existente entre la zona de impulsión y la meseta, ha de fijarse a ambos lados mediante perfiles fijos, para que los técnicos no especializados que manipulen la pista también puedan reconstruir el perfil correcto.
Se recomienda situar, a ambos lados de la pista de saltos, referencias fijas que permitan reconstruir el perfil exacto, sobre todo después de nevadas intensas. Por regla general, los trampolines de salto, cuya longitud L sea mayor a 50 m, deberían construirse con una V_o menor a 21 m/seg.
La Federación Internacional de Esquí (FIS) no autoriza trampolines con una L mayor a 90 metros (a excepción de los trampolines de vuelo con esquís).

TRAMPOLINES DE SALTO CON ESQUÍS

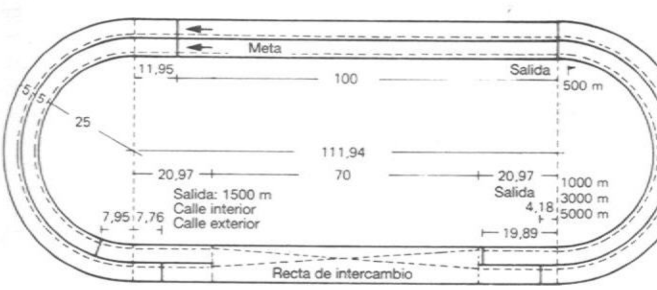
→ p. 450



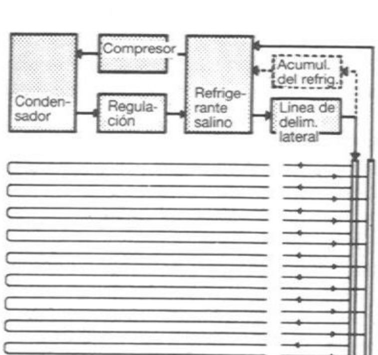
(1) Garmisch-Partenkirchen



(2) Holmenkollen



(3) Pista estándar para carreras de velocidad, longitud: 400 m



(4) Pista de hielo artificial. Esquema de una instalación frigorífica (agua salina)



(5) Tubos empotrados → (4)

PISTAS DE HIELO

→ 🕮 → p. 452

Información: Deutscher Eissportverband, Betzenweg, 34, 8000 Munich 60

Para patinaje, hockey sobre hielo y lanzamiento de disco, excepto sobre superficies heladas naturalmente, como lagos, ríos o piscinas al aire libre (borde resistente a la presión del hielo).

Pistas de hielo, formado por riego, para carreras, sobre pistas de tenis, pistas de patinaje y otras grandes superficies (bordillo perimetral de 10 a 15 cm). Riego hasta conseguir 2 cm de espesor de agua, drenaje para la evacuación de agua.

Pistas de hielo artificial con un sistema de tuberías de enfriamiento, empotradas a 2,5 cm por debajo del pavimento. Sistema de bombeo con una solución salina frigorífica o cámaras con aire frío (generalmente con compresores de amoníaco) → (4) y (5).

Pistas estándar para patinaje de velocidad. Longitud ≧ 300 m; 333 $^1/_2$ m; normalmente 400 m. Medidos a 50 cm del borde interior de la pista. Radio de la curva interior: ≧ 25 m, cruces: ≧ 70 m. Ha de ser una pista doble → (3).

Pista de 400 m

2 × eje medio = 2,0 × 111,94 = 223,89 m
curva interior = 25,2 × 3,1416 = 80,11 m
curva exterior = 30,5 × 3,1416 = 95,82 m
Cruce

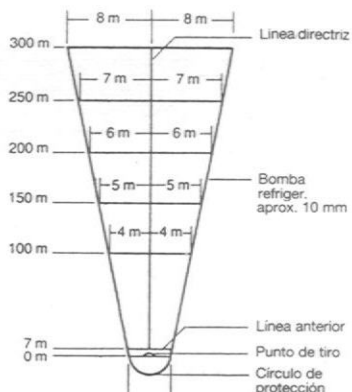
$\sqrt{\text{longitud del cruce}^2 \times \text{ancho de la pista}^2}$
a partir de 70 m
= 0,18 m

longitud total = 400,00 m

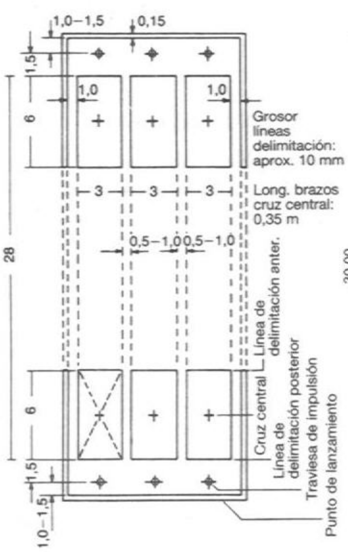
Pistas de bobs con fuertes peraltes construidos con bloques de hielo. Las plazas para los espectadores deberían situarse preferentemente en las curvas interiores; en caso contrario es preciso colocar delante suyo pretiles de protección de hielo o balas de paja → 🕮.

Las pistas para trineos se sitúan en laderas orientadas a N, NE o NO, a ser posible, en hondonadas. Longitud entre 1500 y 2500 m; pendiente entre 15 y 25 %; anchura ≧ 2 m. Salida plana o con contrapendiente, peralte en las curvas, proteger los obstáculos con balas de paja o muros de nieve. Ascenso por fuera, a un lado de la pista.

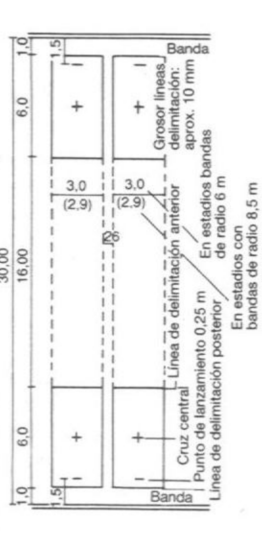
Pistas para lanzamiento de disco → (6).



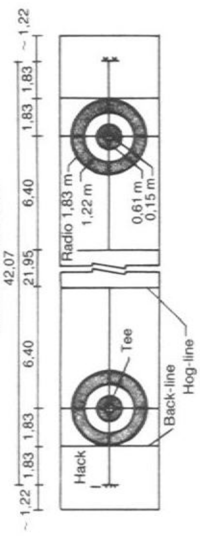
(6) Lanzamiento de disco sobre hielo



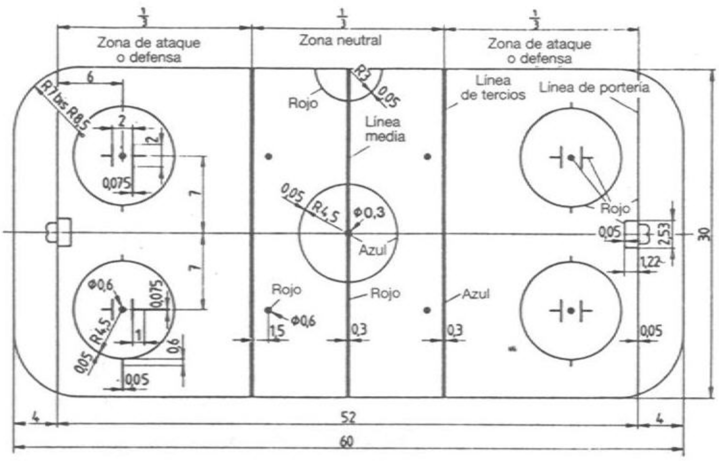
① Pista de lanzamiento de disco



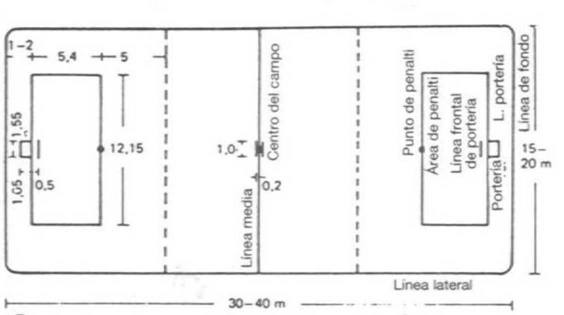
② Pistas de lanzamiento de martillo en estadios de hielo artificial



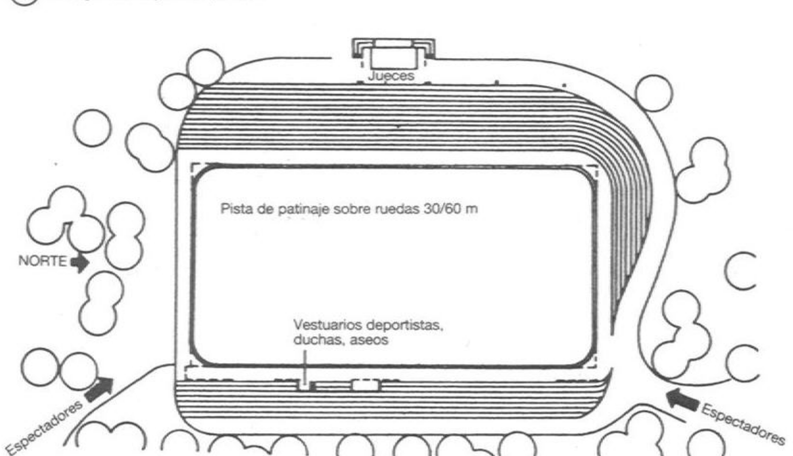
③ Pista de curling



④ Hockey sobre hielo



⑤ Pista de hockey sobre patines



⑥ Pista de patinaje sobre hielo o sobre ruedas

PISTAS DE HIELO

→ 🕮 p. 451

Información: Deutscher Eissportverband, Deutscher Curlingverband, Betzenweg 34, 8000 Munich 60

Lanzamiento de disco → ①. Longitud de la pista: 42 m; ancho: 4 m (también es posible 30 × 3 m). Pistas intermedias (bandas) de 1 m de anchura y en los fondos del campo de juego ≧ 60 cm. Rodear el campo de salida y de meta con una barrera de madera fácilmente superable.

Curling → ③. Longitud de la pista: 42 m; círculo de meta (*tee*) ∅ 3,65 m. Hasta el centro del círculo de meta: 38,35 m. Si el hielo se encuentra en mal estado puede reducirse hasta 29,26 m. Disco de curling: peso ≦ 19,985 kg; perímetro ≦ 91,4 cm, altura ≧ 1/8 del perímetro.

Hockey sobre hielo. Superficie juego: 30 × 61 m. Portería: 1,83 m de anchura y 1,22 m de altura; también es superficie de juego la parte posterior de las porterías. La pista de juego necesita una barandilla perimetral de 1,15 a 1,22 m de altura (de madera o material sintético) → ④.

Patinaje artístico. Superficie de hielo rectangular ≧ 56 × 26 m y ≦ 30 × 60 m. Combinación entre **pista de patinaje sobre ruedas** en verano (desde marzo hasta noviembre) y **pista de hielo** en invierno (desde diciembre hasta febrero). Sistema de tubos refrigerantes empotrados en el pavimento a 2,5–5 cm de la superficie (no se puede pavimentar con terrazo) → ⑥.

Pabellones para deportes de hielo: DIN 18036

PISTAS DE PATINAJE SOBRE RUEDAS

→ 🕮

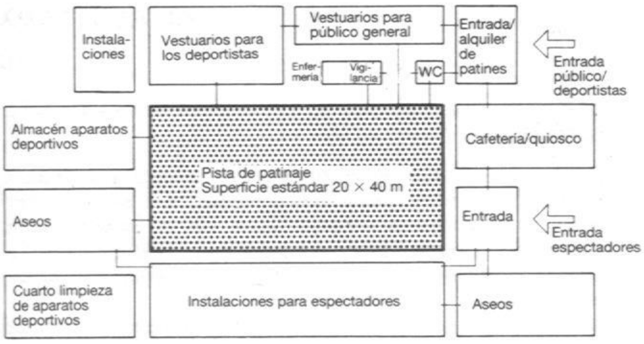
Información: Deutscher Rollsportbund, Thomas–Mannstrasse 6c, 6000 Frankfurt/M. 50

1) Pistas de deporte	
Hockey sobre patines	15 × 30 a 20 × 40 m
Patinaje artístico	25 × 50 m
2) Pistas de juego	10 × 10 a 20 × 20 m

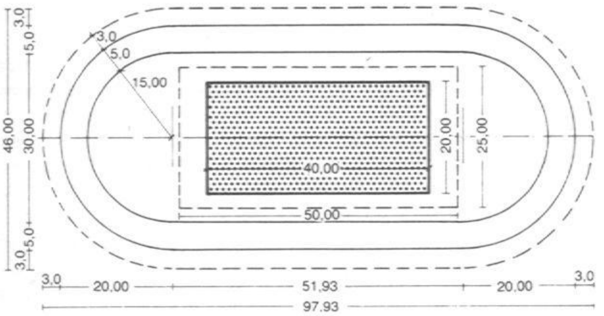
Tabla de choque desde 3 cm por encima del pavimento hasta 25 cm de altura y barandilla a 80 cm de altura en todo el perímetro. Tela metálica de 2 m de altura en los fondos (para interceptar las pelotas), paso perimetral en el exterior de la pista con el pavimento unos 10–15 cm más bajo que el de la pista, con 1,2 m de anchura, juntas de 5–6 mm, pendiente del canal para recogida del agua superficial: ≦ 0,2 ‰, protección contra las heladas ≧ 20 cm → ⑤.

Construcción

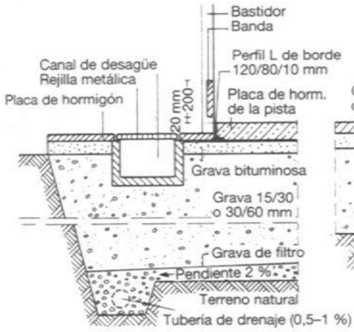
1. Placas de fibrocemento de 15 mm de grosor, colocadas sobre un emparrillado de madera o un lecho de arena.
2. Pistas de hormigón de 10 a 15 cm de grosor, según la calidad del subsuelo, a ser posible, sin juntas, y en caso de ser necesario juntas superficiales de 2 a 3 mm de anchura, juntas de dilatación cada 25–30 m con una anchura ≧ 15 mm.
3. Pavimento de hormigón duro con un espesor ≧ 8 mm sobre un lecho de hormigón fresco (a ser posible, colocar una capa de mortero de cemento de 2 cm de espesor entre la capa superior y el lecho de hormigón).
4. Pavimento de mortero de cemento con aditivos, espesor entre 1 y 10 mm.
5. Terrazo pulido, espesor ≧ 15 mm, juntas cerradas con listones de latón, metal ligero o material sintético; sólo para pistas interiores.
6. Pistas de asfalto fundido sobre una base sólida (construcción más usual).



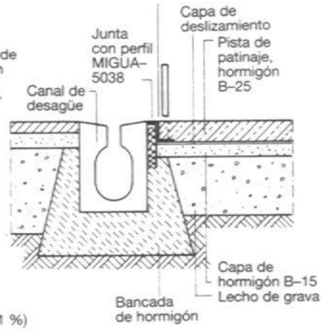
(1) Esquema funcional de una pista de carreras sobre patines



(2) Dimensiones de una pista de 200 m para patinaje de velocidad con una superficie estándar interior de 20 × 40 m



(3) Ejemplo de un detalle constructivo con drenaje en suelo cohesivo



(4) Detalle del borde de una pista de patinaje sin separación con el perímetro

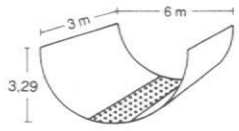
PATINAJE DE VELOCIDAD

Información: Deutscher Rollsportbund e.V. Frankfurt/M. y Bundesinstitut für Sportwissenschaft Colonia → 📖

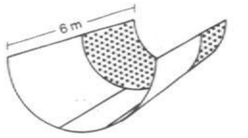
Programa. Superficie estándar: 20 × 40 m → (2).
Espacios para los deportistas: 2(4) vestuarios colectivos, cada uno con 8 ml de bancos y colgadores de ropa (hockey sobre patines: 4 vestuarios colectivos); taquillas según las necesidades específicas, para hockey sobre ruedas prever una taquilla en los vestuarios por cada 3 m²; 2 salas de duchas con 4 duchas en cada una, zona de secado, 2 lavamanos, 2 secadores y un inodoro. 4 salas de secado (sólo hockey sobre ruedas) por cada 6 m². Una sala para árbitros y entrenadores de unos 9 m².
Salas para patinaje de velocidad (público en general): vestíbulo de entrada con expendedor automático de entradas o taquilla con cajero, de unos 40 m²; vestuarios con zona para atarse los patines, taquillas y bancos; vestuarios para patinaje público, simultáneamente zona para atarse los patines. Número de taquillas y longitud total de bancos, por ejemplo, para una pista de 20 × 40 m, utilizable durante todo el año: 30 taquillas individuales y 60 triples, longitud total de bancos: 20 m; 1 lavabo para señoras con 2 inodoros, lavamanos separado. 1 lavabo para caballeros con 2 inodoros, 3 urinarios, lavamanos separado. 1 enfermería de unos 9 m². 1 sala de alquiler de patines, cerca de la caja, de unos 12 m², 1 sala de vigilancia y dirección (con los cuadros eléctricos) 8 m². Vestuario para 1 a 2 personas, con ducha, lavamanos, inodoro y guardarropa. 1 taller de 4 m², 1 almacén para grandes aparatos de deporte de 15 m². 1 almacén para aparatos pequeños de 6 m². 1 sala para limpiar los aparatos de deporte de 12 m². Cuarto de calefacción de 10 m². Cuarto de electricidad de 4 m². Cuarto de acometidas de 3 m².

Posibilidades de uso	Superficie necesaria en m	Observaciones
Patinaje público, Patinaje artístico, Baile sobre patines y hockey sobre patines	20 × 40 m	**Superficie estándar** Superficie mínima para hockey sobre patines: 17 × 34 m
Patinaje público, patinaje artístico, baile sobre patines y hockey sobre patines	20 × 50 m	En casos excepcionales
Patinaje público, patinaje artístico, baile sobre patines y hockey sobre patines, patinaje de velocidad y deportes sobre hielo	30 × 60 m	En general, sólo si se utiliza también para practicar deportes sobre hielo, es posible además disponer una pista corta de 110 m para patinaje de velocidad
Patinaje de velocidad Longitud de la pista: Anchura de la pista	200 m 333 1/2 m 400 m 5 m	**Pista estándar** Sólo si se utiliza también para practicar ciclismo y patinaje de velocidad sobre hielo

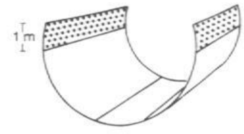
(5) Dimensiones y posibilidades de uso de las superficies de deporte



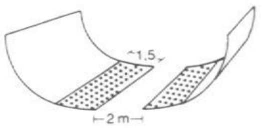
(6) Pista de skate «halfpipe cerrada»



(7) «Halfpipe larga»



(8) «Halfpipe caliente» con suplemento empinado



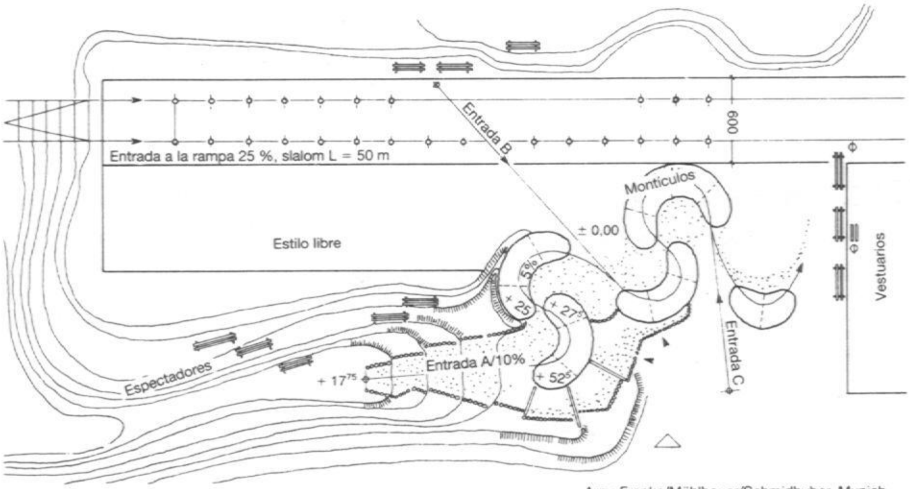
(9) «Halfpipe partida» con prolongación plana

SKATEBOARDING → 📖

Deporte llegado a Alemania en 1975 desde Estados Unidos. En cierta manera está emparentado con el patinaje sobre ruedas. Las pistas para patinar sobre ruedas también son apropiadas para el skate. Superficie necesaria para una instalación: al menos 200 m².

Situación apropiada: 1. Sobre superficies asfaltadas ya existentes en patios de colegio, patios de juego, pistas para deporte sobre hielo, calles cerradas al tráfico, zonas delimitadas en parques y patios de manzana. 2. Tras construir la superficie adecuada en centros de deportes y parques públicos.

«Rampas champion» construidas en forma de bañera a partir de diferentes combinaciones de una «halfpipe» → (6)–(9). Las medidas de una «halfpipe» son fijas → (6)–(7).



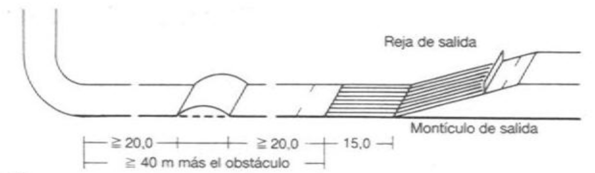
Arq.: Franke/Mühlbauer/Schmidhuber, Munich

(10) Pista para skates en el Ostpark de Munich

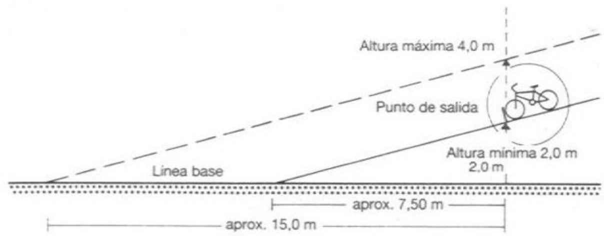
→ 🕮

Información: Bahnbaurichtlinien für BMX des Bundes Deutscher Radfahrer (BDR), Frankfurt/M.

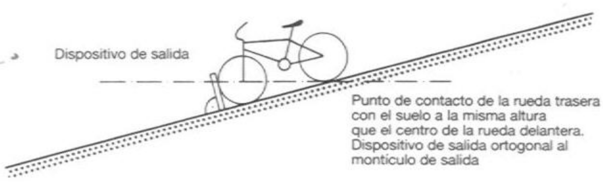
Tamaño mínimo de un solar para construir una instalación de ciclocross: 50 × 60 m. Tamaño máximo para una pista con suficientes plazas para espectadores: 100 × 200 m. Tener en cuenta la separación de seguridad entre pistas en sentido contrario. Según las características locales existen cuatro variantes para los circuitos de BMX.
Pista C, pista B, pista A/nacional, pista A/internacional. Longitud mínima de una pista C: 200 m. Anchura del montículo de salida: 5 m, = 4 puestos de salida.
Longitud mínima de una pista B: 250 m. Anchura del montículo de salida: 7 m, = 6 puestos de salida. Tiempo mínimo del recorrido: 30 s.
Longitud mínima de una pista A/nacional: 270–320 m; anchura del montículo de salida: 9 m, = 8 puestos de salida. Tiempo mínimo del recorrido: 35 s.
Longitud mínima de una pista A/internacional: 300 m. Anchura del montículo de salida: 9 m, = 8 puestos de salida. Tiempo mínimo del recorrido: 35 s. Superficie rígida en la recta de salida. El tiempo del recorrido ha de ser alcanzable por un ciclista medio de 15 años de edad. No emplear elementos de material duro (piedras, hormigón, madera, etc.) para delimitar lateralmente la pista. Basta con colocar neumáticos o balas de paja. Los límites fijos tienen que guardar una separación mínima de 1 m.
Delimitación de las zonas para espectadores con cuerdas. En la zona interior no puede haber espectadores. En los tramos de descenso no puede alcanzarse una velocidad superior a 40 km/h. Las curvas y obstáculos se pueden ordenar libremente a lo largo del recorrido.



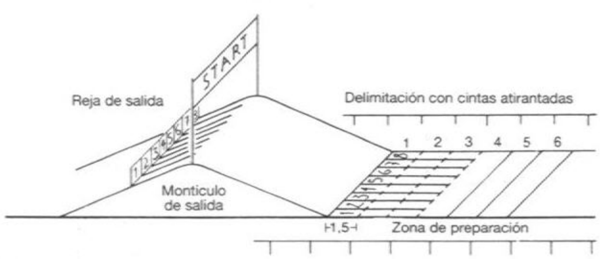
① Montículo de salida



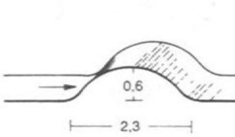
② Altura del montículo de salida



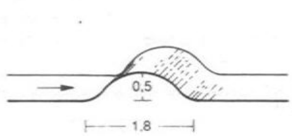
③ Detalle del punto de salida → ②



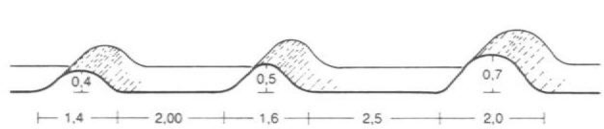
④ Montículo de salida con zona anterior de preparación



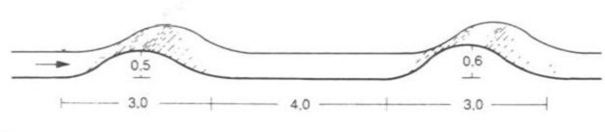
⑤ Speed jump



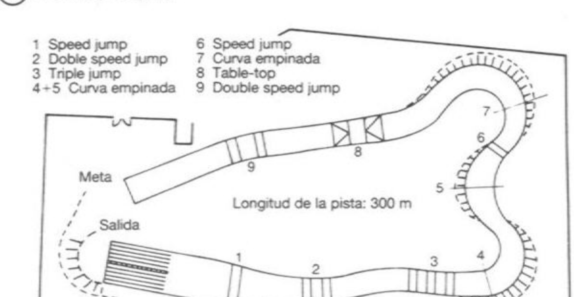
⑥ Speed jump



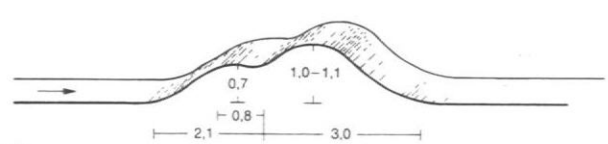
⑦ Triple jump (o combinación de tres obstáculos)



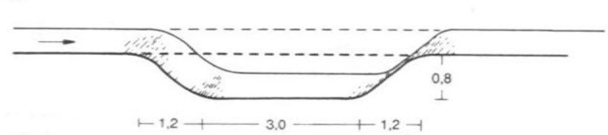
⑧ Double speed jump



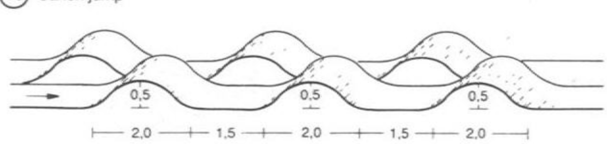
⑬ Pista de los campeonatos del mundo de 1987 en Burdeos



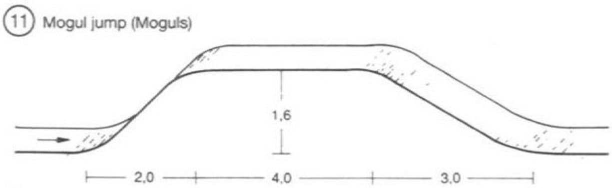
⑨ Step jump



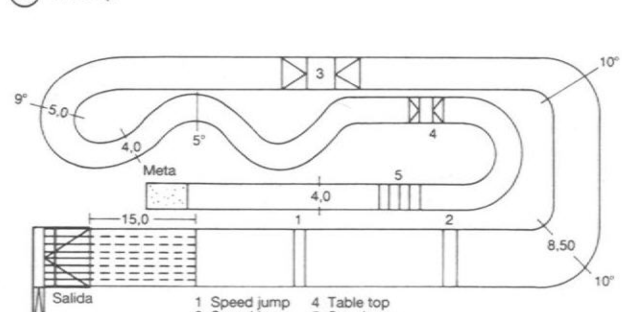
⑩ Canon jump



⑪ Mogul jump (Moguls)



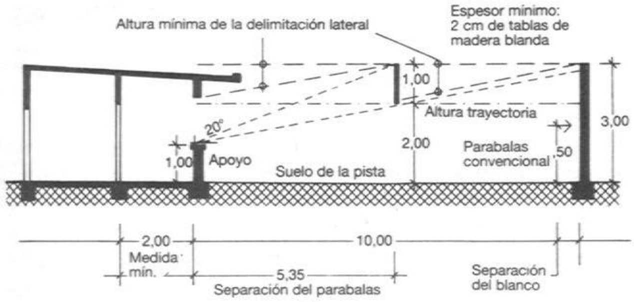
⑫ Table top



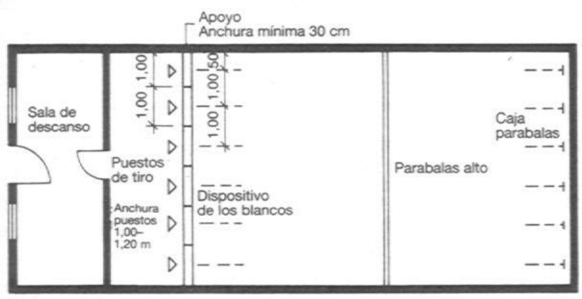
⑭ Pista para BMX de la IFMA 1984 en Colonia

Instalaciones deportivas

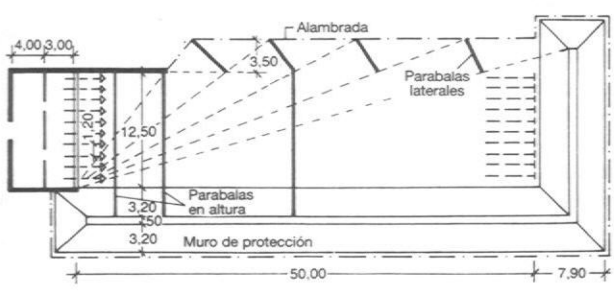
INSTALACIONES DE TIRO



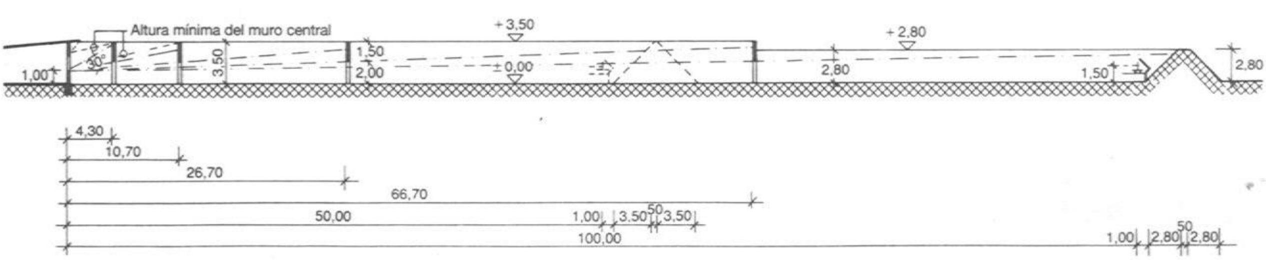
① Sección → ②



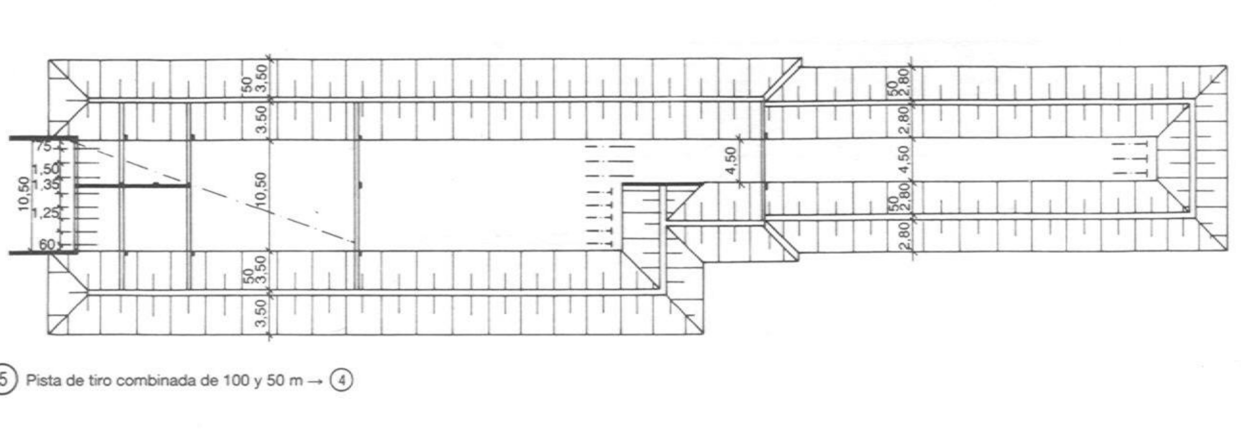
② Pista de tiro para armas de aire comprimido y CO_2; puesto de tiro cubierto, pista al descubierto



③ Pista de tiro al blanco para armas de pequeño calibre



④ Sección → ⑤



⑤ Pista de tiro combinada de 100 y 50 m → ④

Información: Deutscher Schützenbund e.V. Schiessportschule 6200 Wiesbaden-Klarenthal →📖

Situación: preferentemente en un bosque, en una cañada con un promontorio natural para parar las balas, lejos de caminos e instalaciones públicas. También las instalaciones de tiro son posible en el interior de edificios, por ejemplo, en pabellones polideportivos. Generalmente se trata de instalaciones de tiro con carabinas de aire comprimido o de pequeño calibre y pistolas → ①–⑤ y p. 456. Los requisitos de seguridad que deben cumplir este tipo de instalaciones en Alemania se detallan en las normas del Deutschen Schützenbundes.

Especialidades de tiro deportivo
Tiro con carabina: carabina de aire comprimido 10 m xx de pequeño calibre 15 m, carabinas de pequeño calibre 50 m x, carabina estándar de pequeño calibre xxx, carabina de tiro al blanco 100 m, carabina de gran calibre 300 m, carabina estándar de gran calibre 300 m.

Tiro con pistola: pistola de aire comprimido 10 m xx, pistola olímpica de tiro rápido 25 m x, pistola deportiva 25 m xxx, pistola estándar 25 m, pistola libre 50 m x.

Tiro al pichón: trap x, skeet x.

Tiro al blanco móvil: blanco móvil, 10 m y 50 m x.

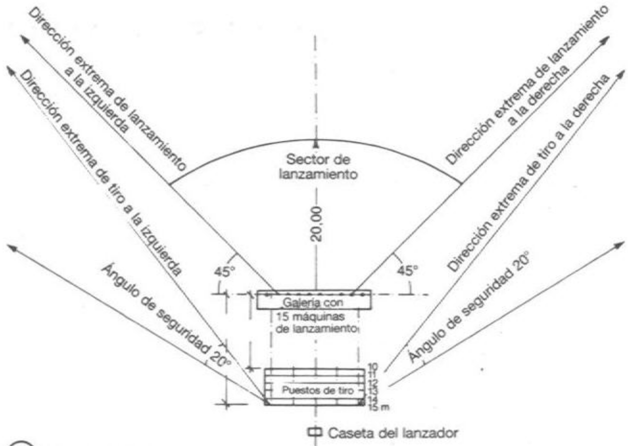
Tiro al arco: condiciones de la sala, condiciones internacionales xx, al aire libre.

Tiro de ballesta: condiciones nacionales, condiciones internacionales 10 y 30 m.

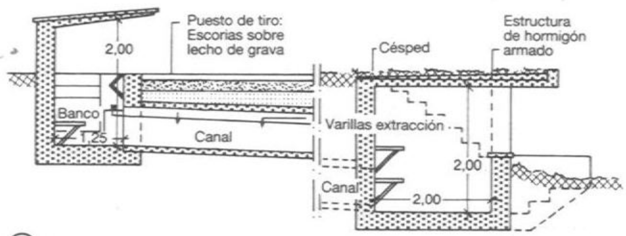
Tiro de baqueta: condiciones nacionales.

Competiciones olímpicas: x = pruebas masculinas, xx pruebas mixtas, xxx pruebas femeninas.

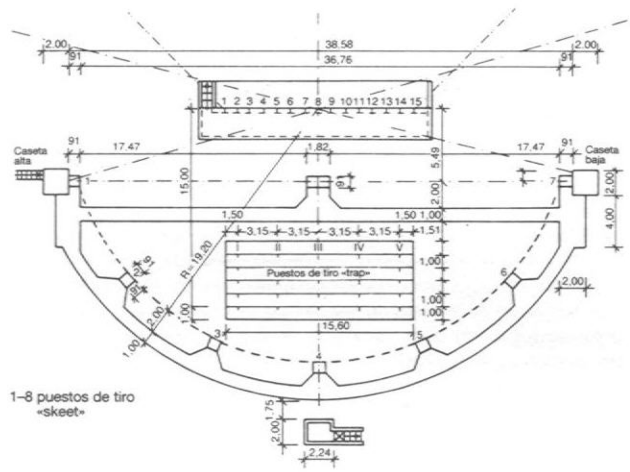
Para construir una instalación de tiro, además del permiso normal de construcción, se necesita el certificado de un técnico especializado.
Se debe respetar el derecho de los «vecinos» a oponerse a la construcción de una instalación que provoca molestias por el ruido. Los elementos de seguridad, como parabalas, muros, taludes laterales y cerramiento de la pista de tiro se han de construir con materiales autorizados o, en caso contrario, recibir la aprobación expresa del técnico especializado.



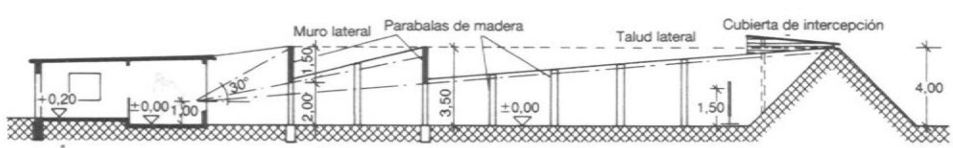
① Puesto de tiro al pichón



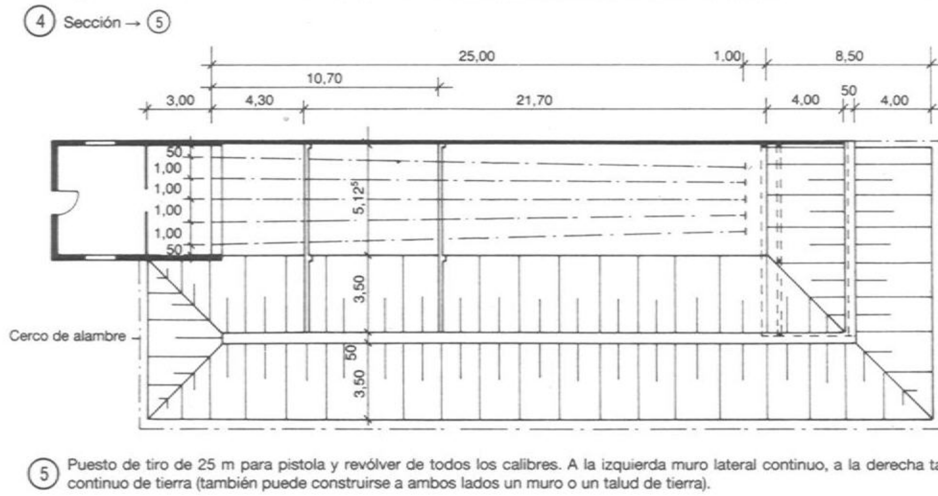
② Sección longitudinal de una instalación de tiro al pichón



③ Pista combinada de «skeet» y «trap»



④ Sección → ⑤



⑤ Puesto de tiro de 25 m para pistola y revólver de todos los calibres. A la izquierda muro lateral continuo, a la derecha talud continuo de tierra (también puede construirse a ambos lados un muro o un talud de tierra).

Seguridad en altura:

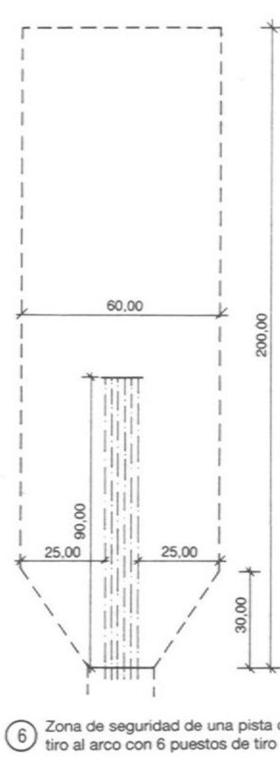
El alcance máximo de un arma se calcula a partir del ángulo de tiro más favorable.

Este ángulo es de 20° para las armas de aire comprimido de CO_2 y de pequeño calibre y de 30° para las escopetas y pistolas.

Para los puestos de tiro con arco y de ballesta existen normas divergentes. Las zonas amenazadas se han de apantallar con elementos de protección. Estos elementos son: parabalas de altura, protecciones laterales (muros o taludes de tierra) y el cerramiento de la pista de tiro. La pista de tiro se ha de construir de manera que no exista peligro ni en el interior, es decir, para las personas que participan en los ejercicios de tiro, ni en el exterior, es decir, para las personas que pasan por las inmediaciones de la instalación. Se han de satisfacer las normas aplicables en cada caso.

Saber juzgar si un determinado solar es adecuado para construir una instalación de tiro, es fundamental para calcular los costes de construcción. Debería consultarse siempre a un técnico especializado, ya que éste, debido a sus conocimientos y experiencia, puede proporcionar al proyectista la necesaria información especializada. Sobre todo se ha de considerar: separación a las zonas urbanizadas o de urbanización prevista, y a edificios habitados, dirección de tiro prevista (norte o nordeste), características del subsuelo, características del terreno. ¿Es posible o deseable apartarse de las normas? Instalaciones de suministro y evacuación, accesos, trazado viario (incluso el planificado para el futuro), aparcamientos, zonas de ocio y turísticas. Las medidas de seguridad exigidas se han de tener en cuenta en el proyecto desde el primer momento, aunque pueden construirse en diferentes fases.

Los permisos y autorizaciones dependen de las autoridades con jurisdicción en cada caso. La ordenación interior y el perímetro de una instalación de tiro debería proyectarse de manera que las futuras ampliaciones puedan realizarse con sentido y con un coste reducido. Al planear instalaciones al aire libre se han de prever medidas de aislamiento acústico.



⑥ Zona de seguridad de una pista de tiro al arco con 6 puestos de tiro

→ 📖 DIN 18082, 18036

Tipo de pabellón	Dimensiones en m	Sup. campo deporte en m²	Tipo de deporte[1]	Número campos entreno	Número campos competición[2]
Pabellones polideportivos					
Pabellón individual	15 × 27 × 5,5	405	Badminton Baloncesto Voleibol	4 1 1	
Pabellón triple	27 × 45 × 7[3,4] divisible en 3 campos (15 × 27)[5]	1,215	Badminton Baloncesto Fútbol sala Balonmano Hockey Voleibol	12 3 3	5[6] 1 1 1 1 1
Pabellón cuádruple	27 × 60 × 7[3] divisible en 4 campos (15 × 27)[5]	1,620	Badminton Baloncesto Fútbol sala Balonmano Hockey Voleibol	16 4 4	7[6] 2 1 1 1 1
Pabellón doble	22 × 44 × 7[3,4] divisible en 2 campos (22 × 28 + 22 × 16) o (22 × 26 + 22 × 18[5])		Badminton Baloncesto Fútbol sala Balonmano Hockey Voleibol	6 3	5[6] 1 1 1 1 1
Pabellones de deporte					
Pabellón individual	22 × 44 × 7[3,4]	968	Badminton Baloncesto Fútbol sala Balonmano Hockey Voleibol	6 3	5 1 1 1 1 1
Pabellón triple	44 × 66 × 8[3] divisible en 3 campos (22 × 44)[5]		Badminton Baloncesto Fútbol sala 20 × 40 30 × 60 Balonmano Hockey Voleibol	24 9	15 4[6] 3 1 3 3 3
Pabellón cuádruple	44 × 88 × 9[3] divisible en 4 campos (22 × 44)[5]		Badminton Baloncesto Fútbol sala 20 × 40 30 × 60 Balonmano Hockey Voleibol	32 5[6] 12	25[6] 4 4 1 4 4 4

[1] Deportes que suelen jugarse a cubierto, sin tener en cuenta posibles características regionales o locales.
[2] Dimensiones basadas en los reglamentos de las federaciones internacionales de deporte; para competiciones nacionales, pueden reducirse si es preciso.
[3] En la zona perimetral se puede disminuir la altura del pabellón, teniendo en cuenta los requisitos funcionales para practicar el deporte correspondiente.
[4] Si existen varios pabellones en el mismo complejo, o en la misma zona, se puede disminuir la altura hasta 5,5 m en algunos de estos pabellones, si la utilización prevista lo permite.
[5] Menos el espesor del dispositivo de separación.
[6] Número máximo, sin considerar el espesor del dispositivo de separación.

(1) Dimensiones de los pabellones

Información: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Carl Diem Weg, 5000 Köln 41 - IAKS Intern. Arbeitskreis Sport- und Freizeit- Einrichtungen e.V.Colonia

Las bases de proyectación tienen como contenido: Pabellones polideportivos, pabellones de deportes y pabellones polivalentes. Dichas bases de proyectación tienen en cuenta los reglamentos para la realización de campeonatos de las diferentes federaciones de deportes e intentan conseguir la mejor integración posible de los diferentes tipos de deporte → (1).
El tamaño mínimo de la parcela depende de las dimensiones del campo de deporte y de la superficie necesaria para los locales auxiliares. En general, cuando aún no se ha establecido el programa global, se puede calcular empíricamente la superficie mínima del solar: 2 × superficie del campo de deporte + separación mínima a los lindes de la parcela + superficie necesaria de aparcamiento.
Dimensiones de los pabellones → (1). Es preferible construir un pabellón divisible que varios pabellones individuales, ya que el primero ofrece mayores posibilidades de utilización.
Locales auxiliares para actividades deportivas.
Vestíbulo con taquillas, guardarropía para los espectadores y, eventualmente, cuarto de limpieza → (2), 1,1 m²/espectador.
Plazas necesarias para espectadores e invitados de honor, prensa, radio y televisión: según las necesidades de cada caso.
La superficie necesaria por espectador, incluida la superficie de circulación es 0,5 × 0,4-0,45 m².
Para cada periodista, incluida la superficie de circulación: 0,75 × 0,8-0,85 m². Para cada cabina de radio, incluida la superficie de circulación: 0,8 × 2,0 m². Para cada plataforma con cámara TV: 2,0 × 2,0 m².

Sala	Dimensiones en m	Superficie útil de deporte en m²
Sala de musculación	En función del equipo altura mínima: 3,5	35 hasta 200
Sala de mantenimiento	En función del equipo altura mínima: 2,5	20 hasta 50
Sala de gimnasia	10 × 10 × 4 hasta 14 × 14 × 4	100 hasta 196

(3) Dimensiones de los locales auxiliares de deporte

[1] Altura mínima, en general: 2,50 m.
[2] Superficie necesaria por deportista: 0,7-1,0 m² (base de cálculo: 0,4 ml de banco por deportista, 0,3 m de profundidad, 1,5 m de separación mínima al siguiente banco o hasta la pared, separación recomendable: 1,8 m).
[3] 1 ducha por cada 6 deportistas, pero al menos 8 duchas y 4 lavamanos y lavapiés por cuarto. Ducha, incluido espacio de circulación, como mínimo: 1,5 m²; lavamanos, incluido el espacio de circulación, como mínimo: 1 m²; anchura mínima de los espacios de circulación: 1,2 m.
[4] Cuarto para monitores, jueces y, ev., enfermería, con vestuario y ducha. Enfermería independiente, como mínimo 8 m². El cuarto de monitores, según donde esté situado y si es lo bastante grande, también puede utilizarse como oficina de dirección.
[5] Como el equipo de aparatos varía de un lugar a otro, ha de tener unas dimensiones mayores a las citadas en esta tabla. Ningún sector de un pabellón polideportivo ha de tener un almacén de aparatos de menos de 6 m de largo.
[6] Dividido en dos sectores, cada uno con la mitad del equipamiento.
[7] En general, profundidad mínima: 4,5 m, máximo: 6,0 m.
[8] En general, profundidad mínima: 3,0 m, máximo: 5,5 m.
[9] Según las necesidades particulares.
[10] Ev., dos cuartos más grandes con el número correspondiente de duchas y lavamanos.

Instalaciones deportivas

Tipo de pabellón	Vestíbulo de entrada	Vestuario (mín. 20 m²)[2]	Duchas (mín. 25 m²)[3]	Lavabos			Cuarto monitores[4] (≧ 12 m²; sin puesto 1.os auxilios ≧ 8 m²)	Almacén de aparatos		Cuarto limpieza aparatos (≧ 5 m²)	Cuarto manten. pabellón (≧ 10 m²)
				Por cada vestuario	Vestíbulo			Pabellón polideportivo	Pabellón deportes		
	m²	Número mínimo	Número	Número mínimo	Número mínimo		Número mínimo	m² mín.[5]	m² mín.[5]	Número mínimo	Número
					Sras.	Sres.					
Indiv.	15	2	1[6]	1	1	1	1	60[7]	20[8]	1	1[9]
Doble	30	2	2	1	1	1	1	90[7]	–	1	1[9]
Triple	45	3[10]	3[10]	1	1	1	2	120[7]	60[8]	1	1
Cuádruple	60	4[10]	4[10]	1	1	1	3	150[7]	80[8]	1	1

(2) Salas auxiliares para la práctica de deportes

Deporte	Superficie útil de la pista				Zona suplementaria sin obstáculos en		Sup. bruta del campo de deporte, para las dimensiones estándar		Altura libre pabellón[1]
	Dimensiones admisibles		Dimensiones estándar						
	Longitud m	Anchura m	Longitud m	Anchura m	laterales m	fondos m	Longitud m	Anchura m	m
Badminton	13,4	6,1	13,4	6,1	1,5	2,0	17,4	9,1	9[2]
Baloncesto	24–28	13–15	28	15	1[3]	1[3]	30	17	7
Boxeo	4,9–6,1	4,9–6,1	6,1	6,1	0,5	0,5	7,1	7,1	4
Juego de pelota (con el puño)	40	20	40	20	0,5	2	44	21	(7)
Fútbol	30–50	15–25	40	20	0,5	2	44	21	(5,5)
Halterofilia	4	4	4	4	3	3	10	10	4
Balonmano	40	20	40	20	1[4]	2	44	22	7[5]
Hockey	36–44	18–22	40	20	0,5	2	44	21	(5,5)
Judo	9–10	9–10	10	10	2	2	14	14	(4)
(Pelota-cesta)	28	15	28	15	1	1	30	17	(5,5)
Atletismo artístico	12	12	12	12	1	1	14	14	(5,5)
Gimnasia artística	52	27	52	27	—	—	52	27	8
Ciclismo/Polo y Fútbol sobre bicicleta	12–14	9–11	14	11	1	2	18	13	(4)
Gimnasia rítmica	13[6]	13[6]	13[6]	13[6]	1	1	15	15	8[2]
Lucha grecorromana	9–12	9–12	12	12	2	2	14	14	(4)
Hockey s. patines	34–40	17–20	40	20	—	—	40	20	(4)
Patinaje artístico/ Baile sobre patines	40	20	40	20	—	—	40	20	(4)
Baile deportivo	15–16	12–14	16	14	—	—	16	14	(4)
Tenis	23,77	10,97	23,77	10,97	3,65	6,4	36,57	18,27	(7)
Ping-pong	2,74	1,525	2,74	1,525	5,63	2,74	14	7	4
Gimnasia de trampolín	4,57	2,74	4,57	2,74	4	4	12,57	10,74	7
Voleibol	18	9	18	9	5	8	34	19	12,5[2]

[1] Cifras entre paréntesis: valores recomendados; [2] en competiciones nacionales, basta con 7 m; [3] si hay graderías junto a la pista es preferible 2 m; [4] superficie adicional necesaria para la mesa de cronometradores y banquillo de suplentes (eventualmente en el cuarto de aparatos de deporte); [5] en una zona perimetral de 3,3 m de anchura en torno a la superficie neta de juego, se acepta una reducción uniforme a 5,5 m; [6] en campeonatos nacionales: 12 m.

(1) Dimensiones de los campos de deportes para la realización de campeonatos.

Instalaciones deportivas

Tipo de aparato	Total de la zona de juegos sin obstáculos[1]) long. × anch. × alt. en m	Distancia de seguridad[2] en m			
		a los lados	p. delante	por detrás	entre sí
Ejercicios de gimnasia	14 × 14 × 4,5	—	—	—	—
Caballo	4 × 4 × 4,5	—	—	—	—
Potro	36[3] × 2 × 5,5	—	—	—	—
Anillas[4]	8 × 6 × 5,5	—	—	—	—
Barras paralelas	6 × 9,5 × 4,5	4,5[5][6]	4[5]	3[5]	4,5
Barra fija	12 × 6 × 7,5[7]	1,5	6	6	—
Barras asimétricas	12 × 6 × 5,5	1,5	6	6	—
Barra de equilibrio	12 × 6 × 4,5	—	—	—	—
Anillas móviles[4]	18 × 4 × 5,5	1,5[5] (2) A	10,5[5] (7,5) A	7,5[5]	1,5[5]
Cuerda (para trepar)	—	1,5	4,5 (4) A	4,5 (4) A	1,5 (0,8) A
Pelota suspendida	—	4,5[5]	4,5[5]	4,5[5]	7
Espalderas	—		4,5[5][6]	4,5	4,5

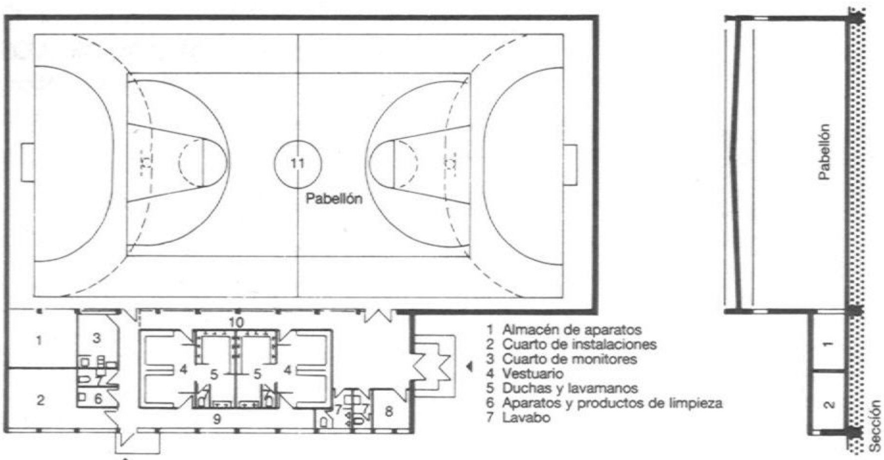
[1] para el deporte de competición; [2] para el deporte escolar y de mantenimiento (entre aparatos fijos y paredes u otros aparatos fijos); [3] longitud de la carrera de impulsión: 25 m, longitud del aparato: 2 m, longitud de la carrera de salida: 9 m; [4] separación entre el eje de las cuerdas: 0,5 m; [5] medido respectivamente desde el eje del poste del aparato, desde su altura o del extremo de la barra o eje de la cuerda; [6] se puede reducir a 4 m respecto a las paredes y a 3,5 m respecto a las cortinas; [7] para campeonatos nacionales basta con una altura de 7 m; A = Austria

(2) Zona sin obstáculos y distancias de seguridad de los aparatos fijos

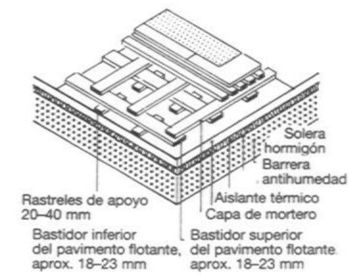
PABELLONES DE DEPORTES Y GIMNASIA

Para cada 3 espectadores se necesita una plaza de guardarropía. Por cada 30 plazas de guardarropía se necesita 1 ml de mostrador de entrega. Número de aparatos sanitarios por espectador: 0,01. (40 % inodoros para señoras, 20 % inodoros para caballeros y 40 % urinarios para caballeros). Espacio necesario por inodoro, incluido un vestíbulo previo: 2,5 m^2; espacio necesario para cada urinario, incluido un vestíbulo previo: 1,0 m^2.
Taquillas, cafetería, policía, bomberos, administración, almacenes, sala de prensa: según las necesidades del caso particular.
Almacén de mesas y sillas: 0,05 –0,06 m^2 por espectador.
Tarimas para el escenario y otros objetos del escenario: 0,12 m^2 por cada m^2 de escenario.
Taquillas: según las necesidades de cada caso.
Aprovisionamiento gastronómico: superficie por cada expendedor automático: 1,0 × 0,6 –0,8 m^2
Pequeña cocina: 12–15 m^2; 6 m^2 de despensa
Cafetería/restaurante: 1,5-2,7 m^2, por plaza. De estos, 1–1,5 m^2 para la zona de clientes y 0,5 –1,2 m^2 para la cocina y almacenes.
Mostrador de self-service, por cada 50 visitantes: 1 ml de mostrador.
Barra con camareros, por cada 100 visitantes: 2 ml de barra.
Pequeño escenario: 100 m^2.
Guardarropía para los deportistas, sala polivalente para entrevistas, clases, conferencias, sala de juegos para billar, cartas, etc., sala de lectura, pista de bolos, según las necesidades de cada caso.
Además de los cuartos de instalaciones, se han de prever cuartos para guardar los aparatos de deporte y de mantenimiento.
Cuarto para los aparatos de deportes al aire libre: 0,3 m^2 por cada 100 m^2 de superficie útil de deporte (superficie neta) = 15 m^2.
Cuarto para los aparatos de mantenimiento: 0,04 m^2 por cada 100 m^2; superficie bruta = 12 m^2.
Si el mantenimiento se realiza fuera del pabellón, transportando los aparatos, puede prescindirse de este cuarto.

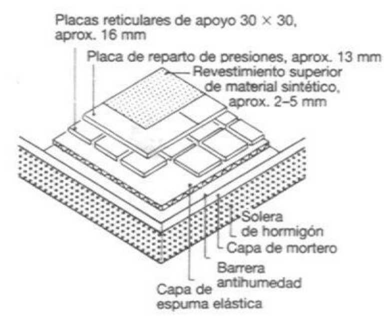
PABELLONES POLIDEPORTIVOS



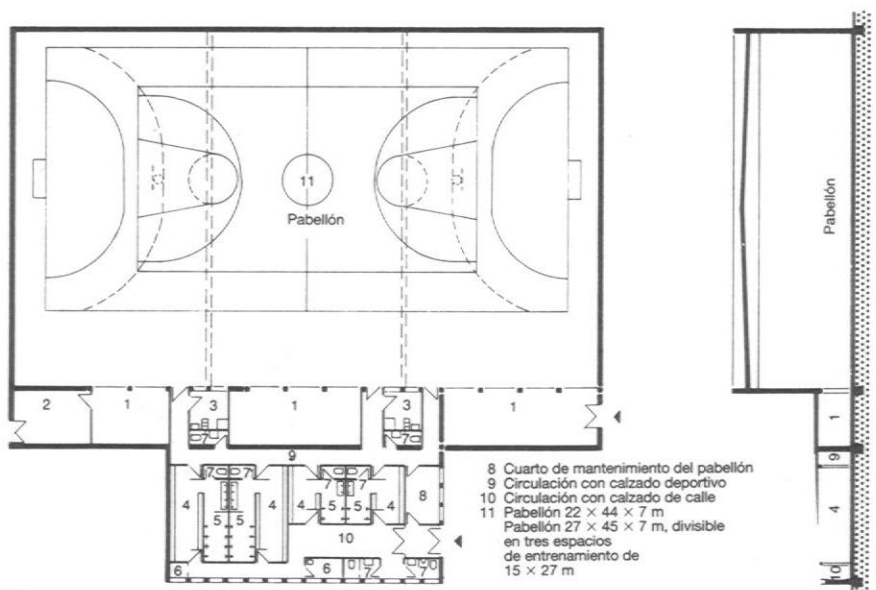
(1) Planta esquemática de la superficie de juego



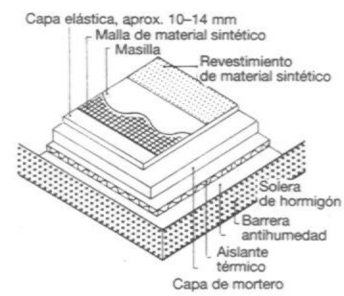
(7) Construcción de un pavimento flotante



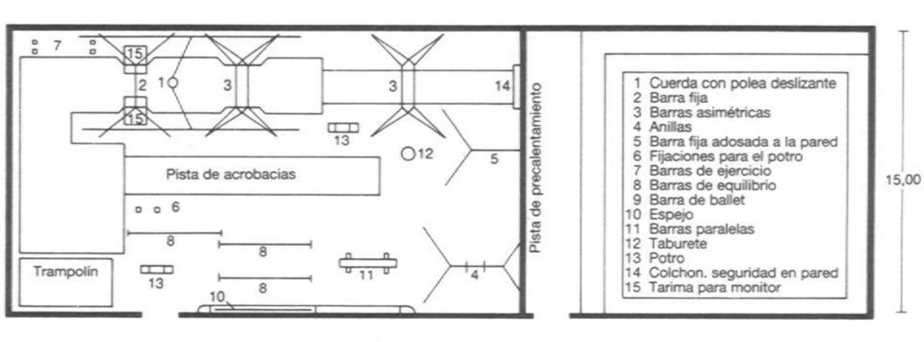
(8) Construcción de un pavimento elástico



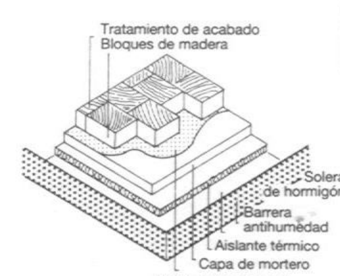
(2) Planta esquemática de un pabellón triple



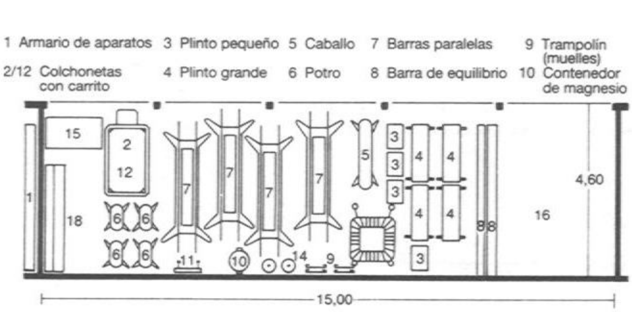
(9) Construcción de un pavimento puntualmente elástico



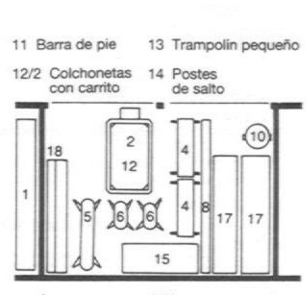
(3) Sala para gimnasia de aparatos de 15 × 27 m, con sala para ejercicios en el suelo de 15 × 18 m



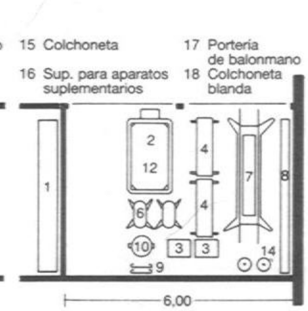
(10) Construcción de un pavimento de bloques de madera



(4) Plano de situación de los aparatos en los almacenes de pabellones polideportivos de 15 × 27 m



(5) Cuarto de aparatos

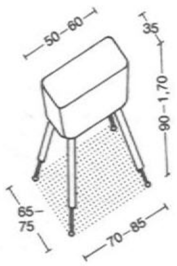


(6) Cuarto de aparatos

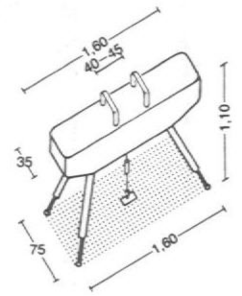
Instalaciones deportivas

PABELLONES DE DEPORTES Y GIMNASIA
DIN 18082, 18036

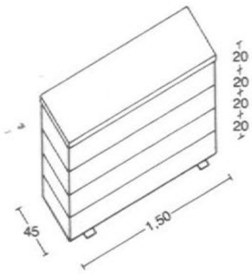
Información: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Carl Diem Weg, 5000 Köln 41



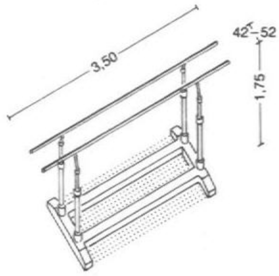
(1) Potro



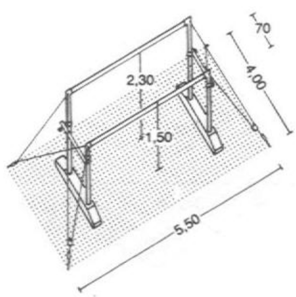
(2) Caballo



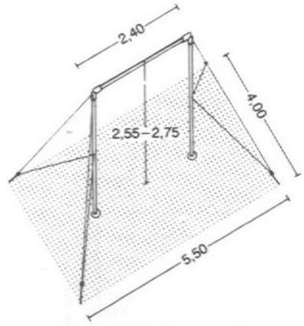
(3) Plinto



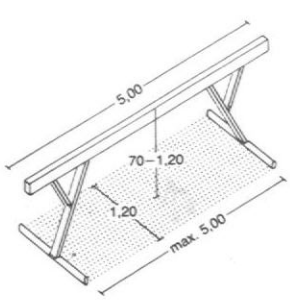
(4) Barras paralelas



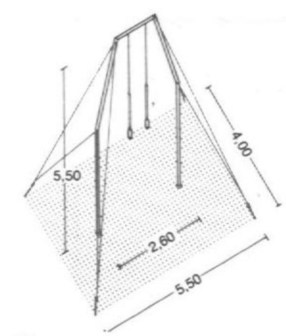
(5) Barras asimétricas



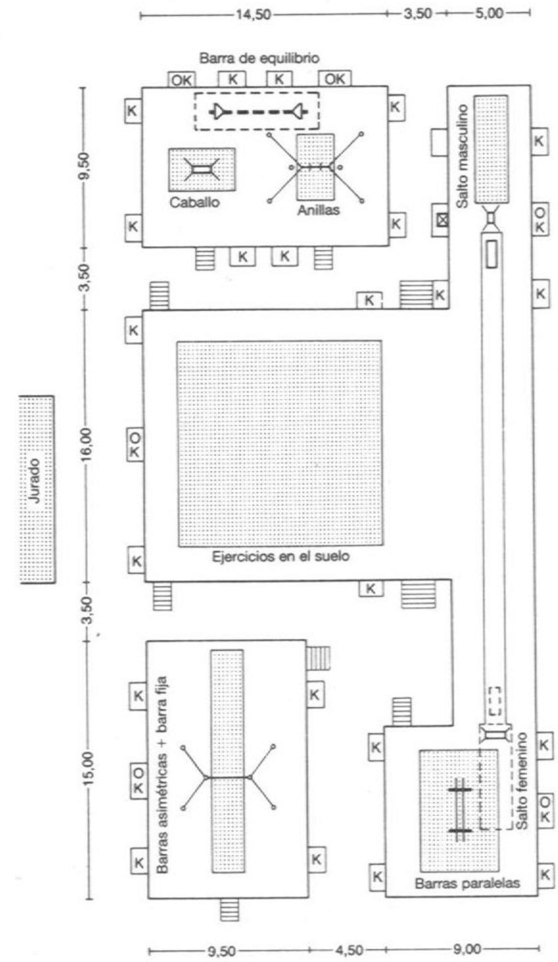
(6) Barra fija



(7) Barra de equilibrio

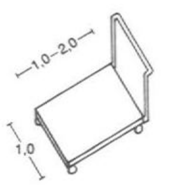


(8) Anillas

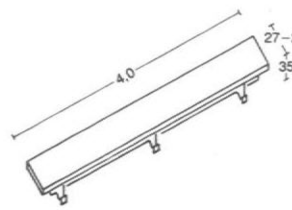


K = juez auxiliar
OK = juez principal

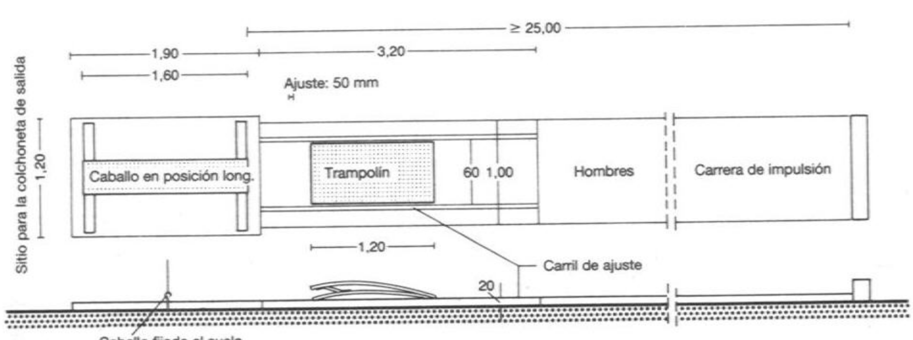
(10) Disposición para campeonato, superficie necesaria, dimensiones de cada una de las zonas, situación de los jueces



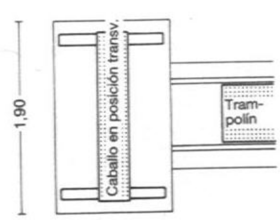
(11) Carrito para colchonetas



(12) Banco para gimnastas (DIN 7909)



(9) Salto de caballo masculino



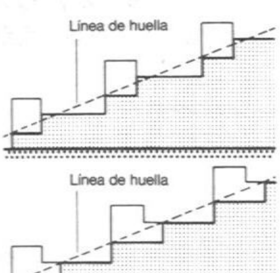
(13) Salto de caballo femenino

Instalaciones deportivas

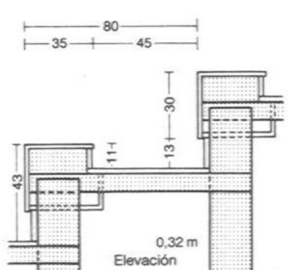
PABELLONES POLIDEPORTIVOS

PABELLONES DE DEPORTES Y GIMNASIA

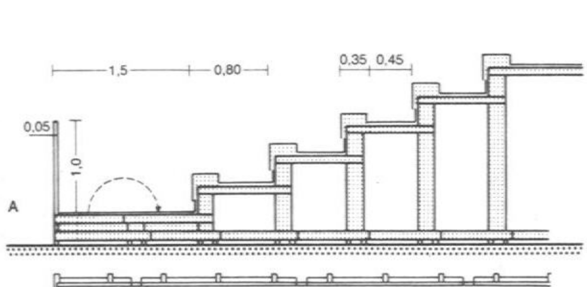
DIN 18082 → 📖



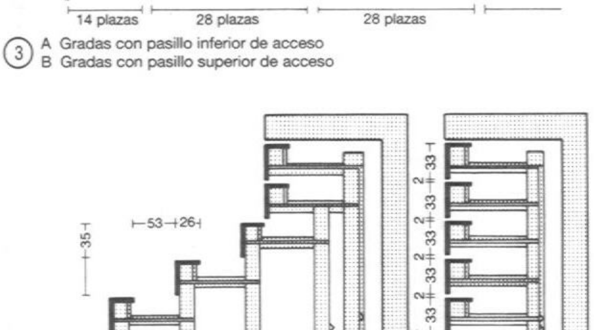
① Sección esquemática por las gradas



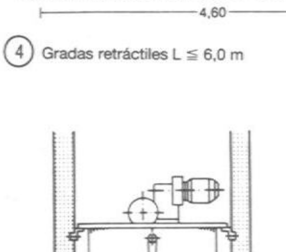
② Sección por unas gradas con asientos y pasillo detrás suyo



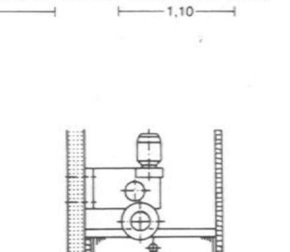
③ A Gradas con pasillo inferior de acceso
B Gradas con pasillo superior de acceso



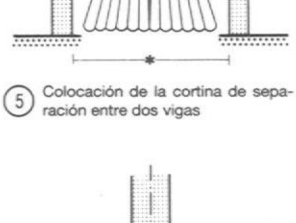
④ Gradas retráctiles L ≤ 6,0 m



⑤ Colocación de la cortina de separación entre dos vigas



⑥ Colocación de la cortina de separación junto a una viga; con cajeado de absorción acústica



*: anchura en función de la altura del pabellón y del espesor del material

⑦ Colocación de la cortina de separación a ambos lados de una viga



⑧ Cortina de separación con sistema de lamas, situada dentro de una caja con aislamiento acústico en una malla espacial

Las gradas para los espectadores → ①–④ pueden consistir en tribunas móviles o fijas. En las instalaciones pequeñas, de hasta 10 filas de asientos, se puede partir de una pendiente lineal de las filas (desnivel entre 28 y 32 cm). En las demás instalaciones debería preverse una pendiente parabólica (altura de los ojos en las plazas sentadas: 1,25 m; en las plazas de pie: 1,65 cm). Desnivel entre las filas de asientos: 15 cm; entre las filas con plazas de pie: 12 cm. Profundidad de las filas de asientos: 80–85 cm → ②–③; de las filas con plazas de pie: 40–45 cm. Punto de referencia visual: 50 cm por encima de la línea exterior del campo de juego.

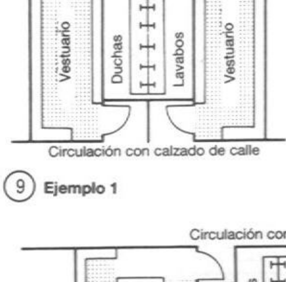
Proteger las plazas de espectadores situadas detrás de las porterías con redes. Separar con redes las plazas de espectadores situadas en los pisos superiores y en las galerías durante los entrenamientos de deportes de pelota. En la zona de acceso, vestuarios, lavabos, cuarto de monitores, cuartos de deportes adicionales y pista de deporte, es recomendable separar la circulación con calzado de calle de la circulación con calzado deportivo → ⑨–⑫.

Se ha de poder acceder a las duchas directamente desde el vestuario. Entre la zona húmeda de las duchas y el vestuario se ha de disponer una zona de secado. Las zonas de duchas, divisibles en dos unidades, han de estar comunicadas con los dos vestuarios contiguos de manera que desde cada vestuario se pueda acceder a cualquiera de las duchas → ⑨–⑫.

El cuarto de monitores debería estar cerca de los vestuarios. La enfermería o botiquín debería estar al mismo nivel que la pista de juego y puede integrarse en el cuarto de monitores.

El acceso a las gradas se puede realizar indistintamente desde arriba o desde abajo. El acceso desde la parte inferior resulta más económico (se ahorran escaleras y pasillos). Sin embargo, presenta inconvenientes a la hora de organizar campeonatos, ya que al pie de la gradería coinciden espectadores y deportistas → ③. Los lados libres se han de proteger con barreras de 1 m de altura como mínimo, medida desde la superficie de circulación.

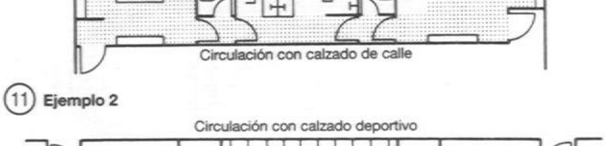
La forma del techo y de las paredes en el encuentro con las cortinas de separación, ha de impedir la aparición de puentes acústicos cuando la cortina esté bajada → ⑤–⑧.



⑨ **Ejemplo 1**



⑩ Banco de asiento con colgadores, doble o mural



⑪ **Ejemplo 2**



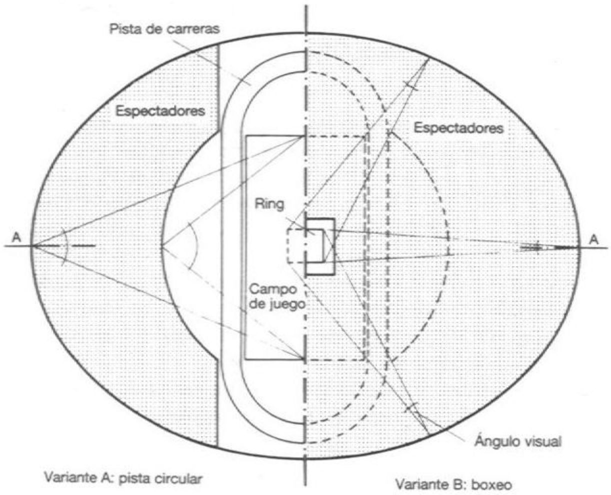
⑫ **Ejemplo 3**
Tres posibles soluciones para la zona de vestuarios y lavabos (superficie punteada: revestimiento con rejilla de PVC)

Instalaciones deportivas

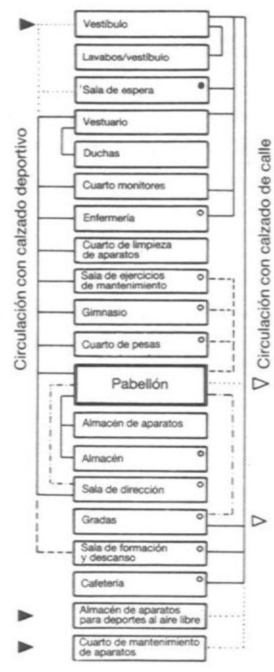
PABELLONES POLIDEPORTIVOS

- ▶ – acceso directo
- ▷ – recorrido de evacuación
- ——— – acceso principal
- -·-·- – relación visual
- – – – – acceso alternativo
- ······ – espacios suplementarios
- • – espacios suplementarios para pabellones subdivisibles
- ∘ – espacios e instalaciones suplementarias, según necesidades y características locales

→ (2)



(1) Organización de los espectadores

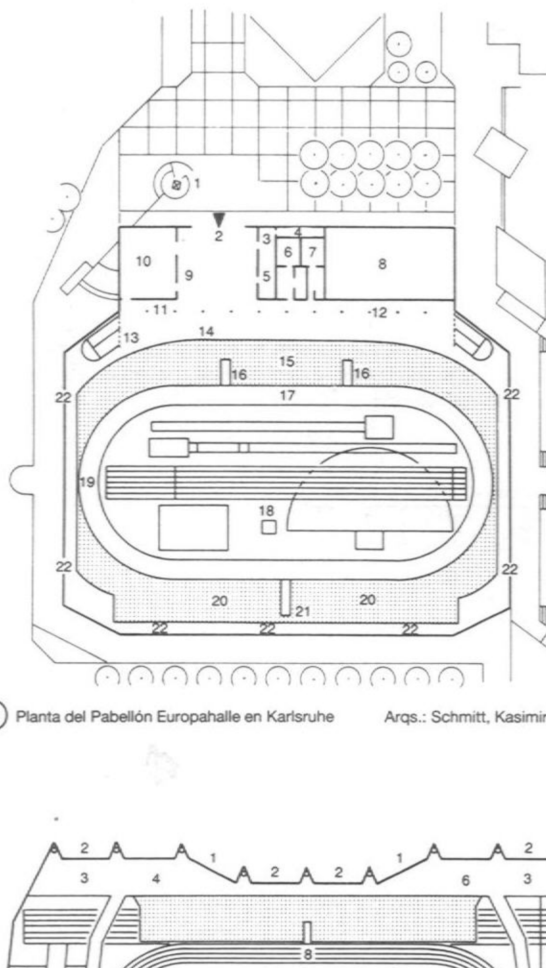


(2) Esquema de relaciones entre los diferentes espacios

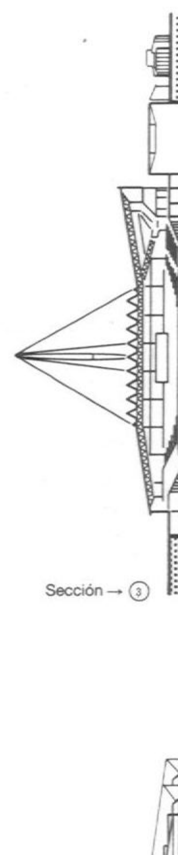
Leyenda → (3)

Planta del nivel de acceso

1. Entrada para los deportistas desde la plataforma de circunvalación; 2. Entrada y vestíbulo para los espectadores; 3. Administración; 4. Taquillas; 5. Guardarropía; 6. Lavabos caballeros; 7. Lavabos señoras; 8. Sala de precalentamiento; 9. Información; 10. Sala de formación y descanso; 11. Acceso a la planta sótano; 12. Expendedores de bebidas; 13. Acceso a las gradas superiores; 14. Sala de dirección con panel de informaciones; 15. Gradas fijas; 16. Conexión vestuarios/pista de juego; 17. Pista de carreras de 200 m; 18. Pista de juego; 19. Gran panel informativo; 20. Gradas móviles; 21. Marcador; 22. Plataforma de circunvalación con las salidas de emergencia.



(3) Planta del Pabellón Europahalle en Karlsruhe — Arqs.: Schmitt, Kasimir, Blanke



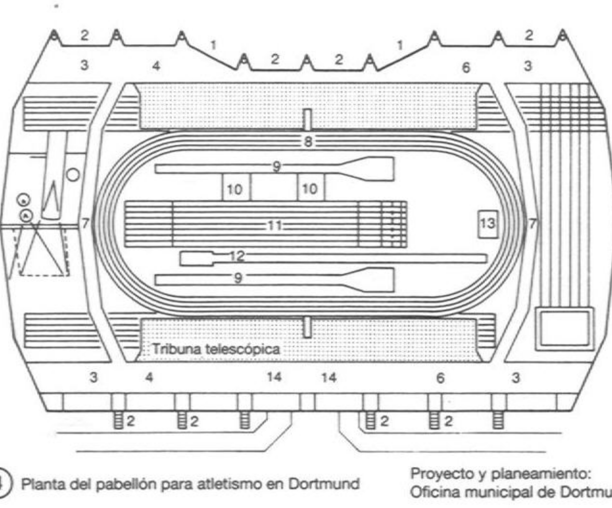
Sección → (3)

Es posible un uso flexible del pabellón → (3)
1. Tenis; 2. Balonmano; 3. Atletismo; 4. Boxeo; 5. Deporte escolar. Mediante cortinas resistentes al impacto de pelotas y redes para impedir el paso de las pelotas en los fondos, se puede dividir el espacio interior en cuatro unidades del tamaño de un pabellón de deportes escolar. Con una sala de precalentamiento delante de la zona de entrenamiento, debajo de las gradas retráctiles, los grandes pabellones llegan a ofrecer 6 lugares independientes de entrenamiento para uso de escuelas y asociaciones. De esta manera se satisfacen, tanto los requisitos para celebrar competiciones de nivel internacional, como los necesarios para el entrenamiento de escolares y miembros de asociaciones deportivas locales.

Leyenda → (4)

Planta del nivel de acceso

1. Explanada de acceso con taquillas; 2. Salidas/salidas de emergencia; 3. Vestíbulo; 4. Quiosco de bebidas; 5. Teléfono; 6. Escalera a los lavabos para espectadores; 7. Paso elevado por encima de la pista de juego; 8. Pista de carreras de 200 m; 9. Salto con pértiga; 10. Salto de altura; 11. Pistas para carreras de velocidad; 12. Salto de longitud; 13. Lanzamiento de pesas; 14. Acceso a la dirección.



(4) Planta del pabellón para atletismo en Dortmund — Proyecto y planeamiento: Oficina municipal de Dortmund



Sección → (4)

Datos técnicos: → (4)
Pista circular para carreras, 200 m de cuerda (campeonatos); pistas lineales para carreras, 130 + 100 m (entrenamiento), lanzamiento de pesas, lanzamiento de disco, salto de altura.

Instalaciones deportivas

Lucha grecorromana

Información: Deutscher Ringen-Bund

Dimensiones del cuadrilátero para campeonatos regionales: 5 × 5 m, para campeonatos nacionales e internacionales: 6 × 6 m, a ser posible: 8 × 8 m adecuado para campeonatos del mundo y juegos olímpicos. El centro del cuadrilátero se ha de señalar con un círculo de 1 m de diámetro y 10 cm de anchura. Espesor de la colchoneta: 10 cm; revestimiento blando. Franja de protección perimetral: a ser posible de 2 m de anchura, en caso contrario ha de tener una pendiente de 45°. La zona de seguridad ha de tener el mismo espesor y características que la colchoneta en una franja de 1,2 m y se ha de diferenciar por el color de su superficie. Franja de seguridad en combates nacionales: 1 m de anchura. Altura de la plataforma: ≧ 1,1 m; sin postes ni cuerdas en las esquinas.

Halterofilia

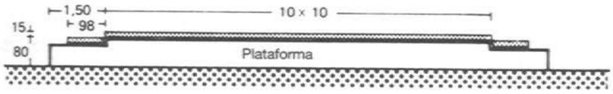
Información: Bundesverband Deutscher Gewichtheber Brandenburgerstrasse, 42, 6073 Egelsbach

Cuadrilátero de 4 × 4 m, a ser posible marcado con tiza sobre una tarima de madera de gran resistencia; pavimento no elástico; puesto fijo para los levantadores de pesos. Diámetro máximo de los discos: 450 mm; peso de los discos para ejercicios con un brazo: 15 kg; peso de los discos para ejercicios con dos brazos: 20 kg.

Judo

Información: Deutscher Judo-Band

Superficie de lucha: desde 6 × 6 m hasta 10 × 10 m o ≧ 6 × 12 m, recubierto con una colchoneta elástica. Superficie del cuadrilátero para campeonatos nacionales e internacionales: 10 × 10 m. No se admiten las colchonetas acolchadas. Se ha de intentar elevar las colchonetas 15 cm del suelo. La línea de separación entre la superficie de lucha y el perímetro ha de ser claramente visible → ①.

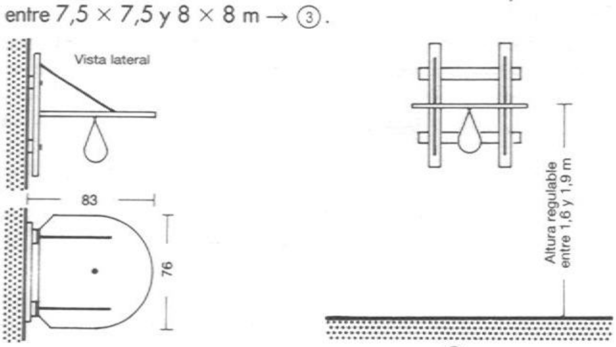


① Judo. Superficie de lucha sobre una plataforma

Boxeo

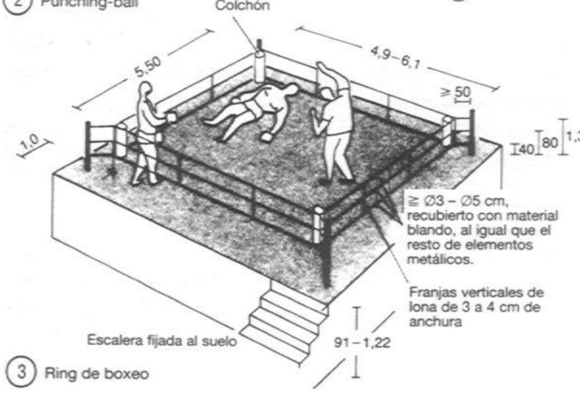
Información: Deutscher Amateur-Box-Verband

Dimensiones del ring según el reglamento internacional: desde 4,9 × 4,9 m hasta 6,10 × 6,10 m; generalmente suele tener 5,5 × 5,5 m. La plataforma en la que se coloca el ring suele tener 1 m más de anchura en todos los lados. Dimensiones de la plataforma: entre 7,5 × 7,5 y 8 × 8 m → ③.



Vista frontal → ②

② Punching-ball



③ Ring de boxeo

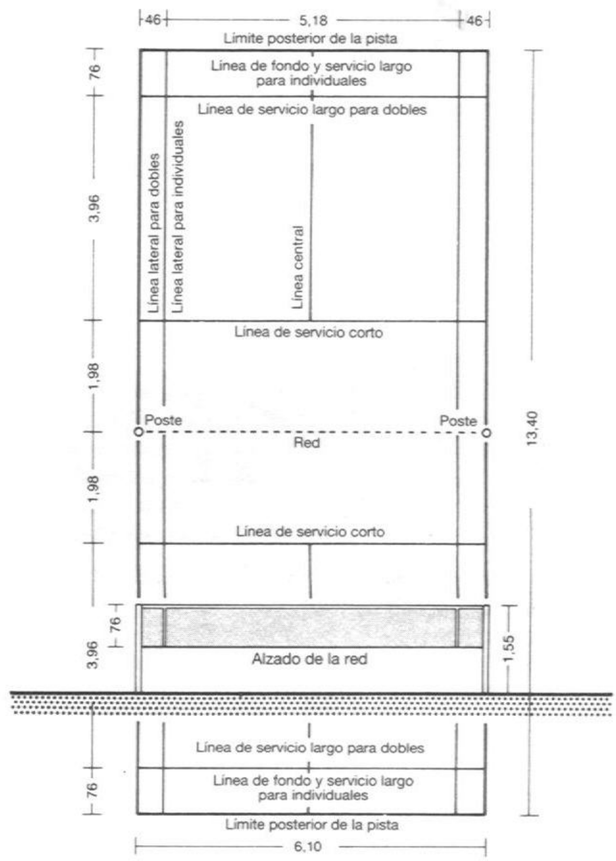
BADMINTON

Información: Deutscher Badminton Verband

Generalmente se construyen pistas para poder jugar dobles; sólo cuando falta espacio se construyen pistas para jugar únicamente partidos individuales.

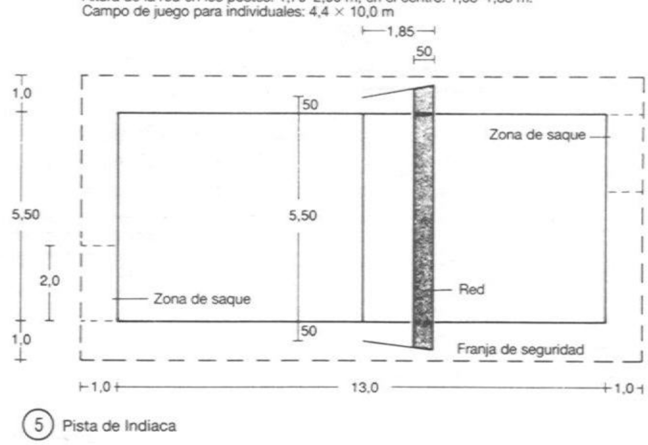
Separación lateral entre pistas:	≧ 0,30 m
entre pista de juego y límite del campo:	≧ 1,50 m
separación frontal entre pistas:	≧ 1,30 m
franja de seguridad en los lados:	1,25 m
franja de seguridad delante y detrás:	2,50 m

Situar los espectadores más allá de las franjas de seguridad. Altura de la sala: 8 m para competiciones internacionales, 6 m por encima de los límites posteriores del campo. Altura de la red en los postes: 1,550 m; en el centro: 1,525 m; ancho de la red: 76 cm → ④. Pavimento ligeramente elástico. Iluminación: a ser posible exclusivamente a través de claraboyas cenitales, sin ventanas laterales para evitar el deslumbramiento, ≧ 300 lux.

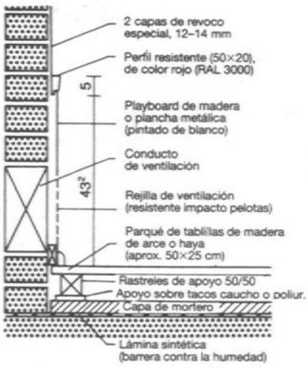


④ Pista de badminton

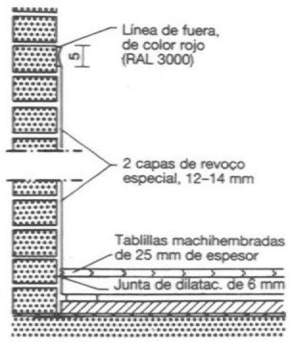
Indiaca (juego del volante). Campo de juego 5,5 × 13,0 m, o 9,0 × 18,0 m.
Altura de la red en los postes: 1,70–2,00 m, en el centro: 1,68–1,85 m.
Campo de juego para individuales: 4,4 × 10,0 m



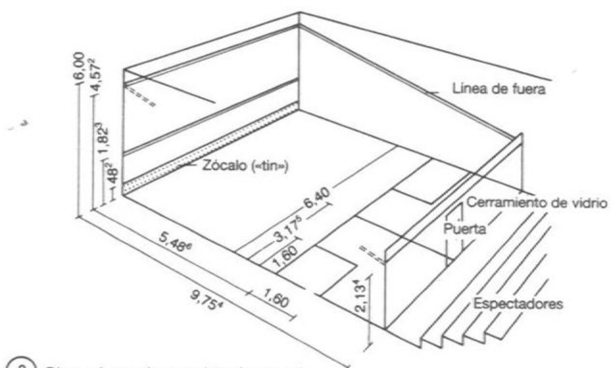
⑤ Pista de Indiaca



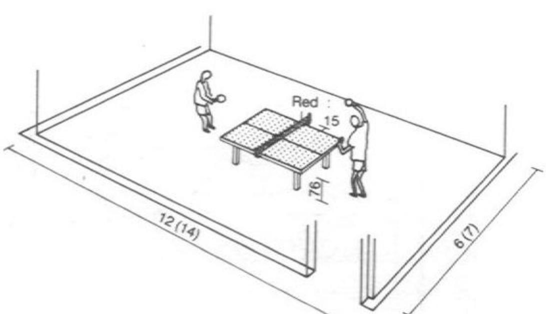
① Detalle de la pared frontal



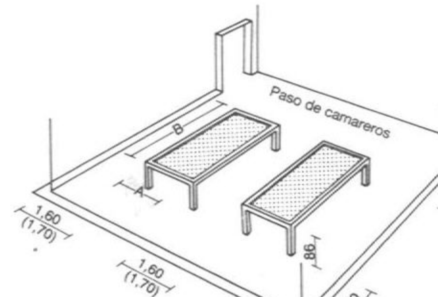
② Detalle de las paredes laterales



③ Dimensiones de una pista de squash



④ Dimensiones de sala y mesa de ping-pong



⑤ Dimensiones de una mesa de billar y separación mínima entre mesas

SQUASH

Información: Deutscher Squash Rackets Verband e.V.
Lichtenauerweg 11, 2100 Hamburg 90

DIN 18038

Sistema usual de construcción para pistas de squash: paredes macizas revestidas con revoco especial, piezas prefabricadas de hormigón, entramados de madera con placas de revestimiento. También existen pistas de squash desmontables.
Dimensiones en planta: 9,745 × 6,40 m. **Altura:** 6,00 m.
Cerramiento posterior de vidrio para permitir la visión desde fuera.
Suelo: ligeramente elástico de madera clara (arce o haya). Colocación de las tablillas de madera en paralelo a las paredes laterales. Es conveniente colocar tablillas machihembradas de 25 mm de espesor y dar una capa de sellado; ejecución del entarimado de acuerdo con la norma DIN 280, partes 3.°, 4.° y 5.°.
Paredes: Revoco especial liso y pintado de color blanco. Zócalo en la pared anterior de plancha metálica de 2,6 mm de espesor o de madera contrachapada revestida con plancha metálica pintada de color blanco → ①–③.

PING–PONG

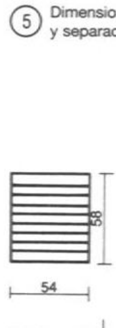
Información: Deutscher Tischtennis-Bund
Otto Fleck-Scheisse 10a, 6000 Frankfurt 71

Campeonatos sólo en locales cerrados
Superficie de la mesa horizontal, de color verde mate con líneas de delimitación blancas: .... 152,5 × 274 cm
Altura de la mesa: .... 76 cm
Grosor de la mesa: .... ≧ 2,5 cm
Mesas al aire libre «placas de fibrocemento» de 20 mm de grosor.
Dureza de la mesa, para que una pelota normal que caiga desde 30 cm, rebote unos 23 cm.
Longitud de la red en el centro del campo .... 183 cm
Altura de la red en toda su longitud .... 15,25 cm
Campo de juego (delimitado por paramentos de lona de 60 a 65 cm de altura) ≧ 6 × 12 m, en campeonatos internacionales 7 × 14 m; detrás se sitúan los espectadores → ④.

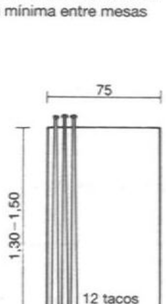
BILLAR

Información: Deutscher Billard-Bund

Situación de las salas:
En la primera planta o en el sótano, raramente en la planta baja.
Espacio necesario: según el tamaño de la mesa de billar → ⑤–⑧.
para uso privado, generalmente ....tamaño IV, V y VI
para bares y clubs ....tamaño IV y V
para salas y academias de billar ....tamaño I, II y III
Separación entre billares del tipo I y II .... ≧ 1,70 m
Separación entre billares del tipo III a V .... ≧ 1,60 m
a la pared se ha de dejar una separación algo mayor.
En el lado por el que han de pasar los camareros, o situarse los espectadores, se ha de dejar más espacio, además del necesario para sillas, mesas, alimentos y bebidas (→ Restaurantes).
Superficie libre en la pared para soportes de tacos y reglas de juego. Medidas exteriores de un soporte para 12 tacos: 150 × 75 cm
Iluminación: A ser posible, pequeñas luminarias con una distribución homogénea de la luz encima de la mesa.
Altura usual de las fuentes de luz desde la mesa: .... 80 cm



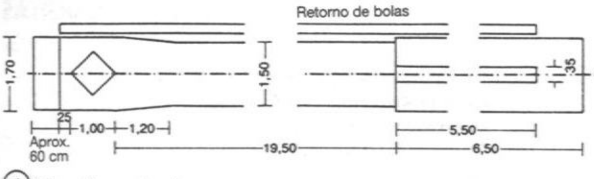
⑥ Armario de bolas



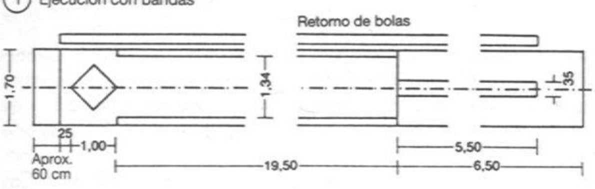
⑦ Soporte de tacos

Dimen. usuales de mesas de billar (en cm)		I	II	III	IV	V	VI
Medidas inter. (sup. juego)	A	285×142^5	230×115	220×110	220×100	200×100	190×95
Medidas exteriores	B	310×167^5	255×140	245×135	225×125	225×125	215×120
Medidas del local		575×432^5	520×405	510×400	500×395	490×390	480×385
Peso en kg		800	600	550	500	450	350

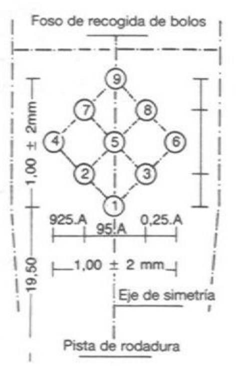
⑧ Dimensiones usuales de las mesas de billar



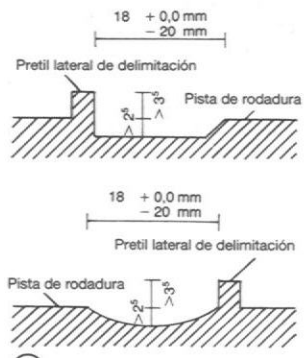
① Ejecución con bandas



② Ejecución con canales laterales



③ Colocación y denominación de los bolos



④ Diferentes formas del canal lateral

BOLERAS → 📖

Información: Deutscher Keglerbund, Wilhelmsaue 23, 1000 Berlín 31

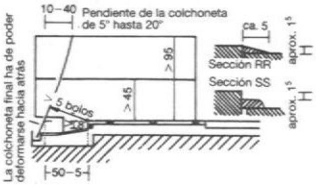
Las boleras están formadas por las siguientes zonas:

1) Zona de impulsión, desde la que se lanza la bola tras unos pocos pasos.
2) Pista de rodadura, por la que avanza la bola.
3) Plataforma de bolos, en la que se recogen los bolos derribados y las bolas.

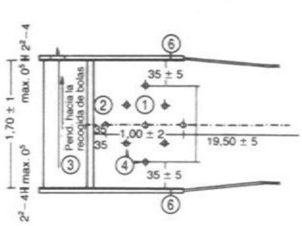


① Posición de los bolos; ② Esclusa; ③ Foso de recogida de bolas; ④ Plataforma de bolos; ⑤ Cruz de bolos; ⑥ Paredes de rebote; ⑦ Tabla final; ⑧ Colchoneta final

⑧ Sección → ⑨



⑩ Sección → ⑩



⑨ Construcción usual de la plataforma de bolos

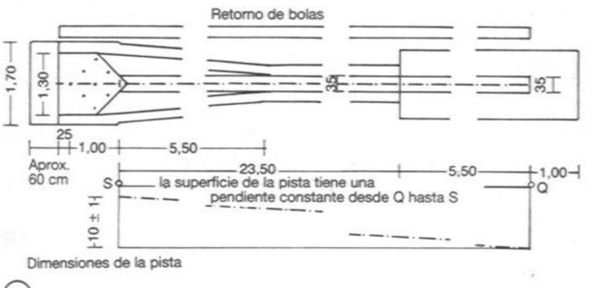


⑪ Zona de bolos

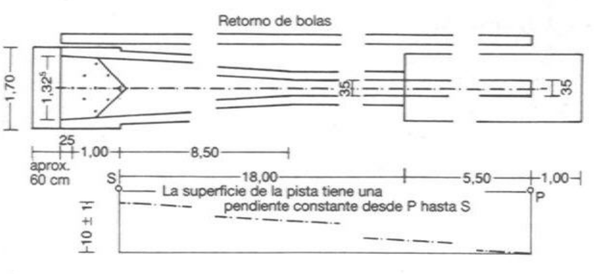
Las pistas de asfalto constituyen un tipo especial y plantean requisitos especiales a los jugadores. La pista está formada por una superficie de asfalto o material sintético de 19,50 m de longitud y 1,50 m de anchura (cuando están limitadas lateralmente por bandas) o 1,34 m de anchura (cuando están limitadas lateralmente por canales de recogida) → ①–④.

Las pistas de tablas de madera también se construyen actualmente con materiales sintéticos → ⑤. La particularidad de estas pistas es que tienen un desnivel de 10 cm entre el final de la zona de impulsión y el primer bolo. La pista tiene una longitud de 23,50 m, una anchura de 0,35 m y está ligeramente acanalada.

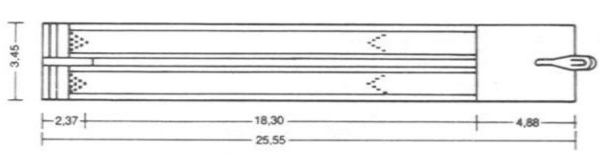
Las pistas de tijera se pueden construir también en madera o materiales sintéticos → ⑥. La pista de rodadura se ensancha 1,25 m desde los 9,5 m hasta el centro de la plataforma de bolos.



⑤ Pista de tablones



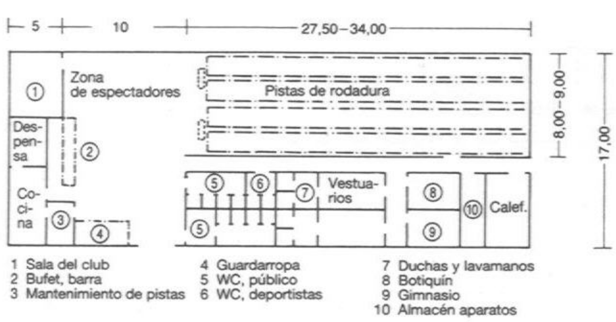
⑥ Dimensiones de una pista de tijeras



⑫ Pista doble de bowling

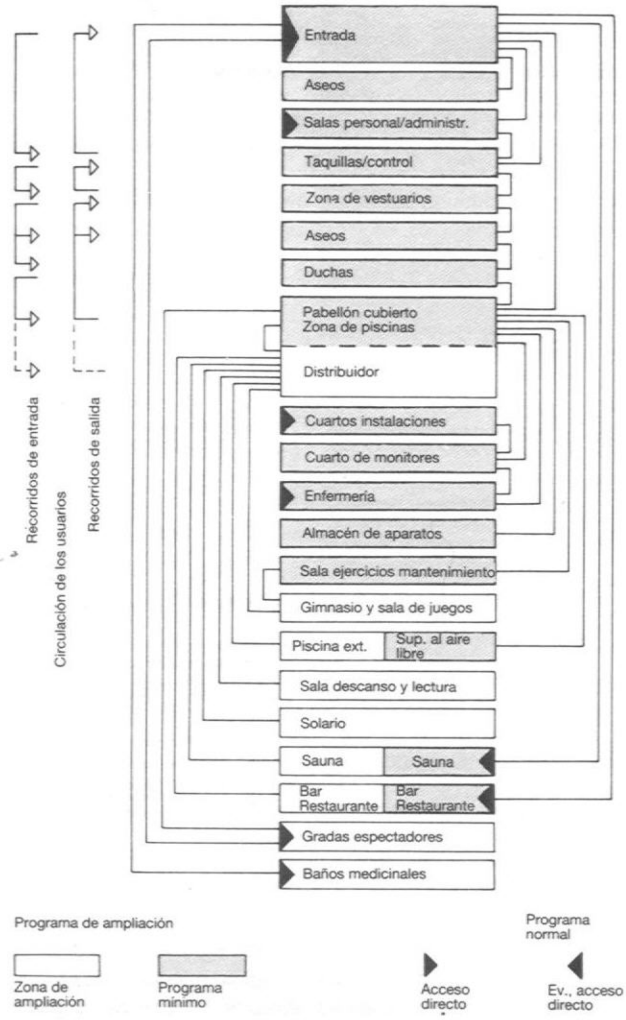
Pista de bowling → ⑫. Zona de impulsión de parqué pulido en toda su anchura (104,1–106,5 cm). Pista de rodadura de parqué pulido o lacado. Bolas de 21,8 cm de diámetro, 7257 g de peso máximo y tres agujeros para los dedos.

En las pistas de asfalto y de tijeras se emplean bolas de 16 cm de diámetro y de 2800 a 2900 g de peso. En las pistas de tablas de madera se emplean bolas de 16,5 cm de diámetro y de 3050 a 3150 g de peso. Las bolas se fabrican con material sintético. Bolos de madera muy dura (carpe) o de material sintético. Pin también de madera (recubierto con material sintético) o de material sintético. Tamaño normalizado.



1 Sala del club
2 Bufet, barra
3 Mantenimiento de pistas
4 Guardarropa
5 WC, público
6 WC, deportistas
7 Duchas y lavamanos
8 Botiquín
9 Gimnasio
10 Almacén aparatos

⑦ Ejemplo de una bolera



(1) Piscinas cubiertas. Esquema de relaciones entre los espacios

Información: Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V.
Alfredistrasse 32, 4300 Essen 1
Bundesinstitut für Sportwissenschaft
Carl-Diem-Weg 4, 5000 Köln 41
Schwimmstätten-Ausschuß des Deutschen Schwimmverbandes e.V., Markplatz 27, Bad Neustadt/Saale

Parámetros urbanísticos para la planificación de piscinas cubiertas: con un coeficiente de 0,025 m² de superficie de agua por habitante (en zonas con una densidad de población reducida) y de 0,01 m² de superficie de agua por habitante (en zonas con una densidad de población elevada) → (2) se suele conseguir una concordancia entre las necesidades de la población, las escuelas y las asociaciones deportivas.

Superficie del solar (sin aparcamiento):

Para piscinas cubiertas: 6–10 m² por cada m² de superficie de agua; en las grandes piscinas se aplica un coeficiente menor. Para superficies al aire libre (terrazas, solario, césped para tumbarse) se ha de contar con un suplemento del 10 % al 20 % de la superficie calculada.

Plaza de aparcamiento para 1 turismo: 25 m², plaza de aparcamiento para 2 bicicletas: 5 m². 1 plaza de aparcamiento para turismos por cada 5 a 10 armarios-guardarropía de la piscina. Plazas de aparcamiento para bicicletas según las necesidades locales.

Si hay gradas para espectadores: 1 plaza adicional de aparcamiento para turismos por cada 10 a 15 plazas de espectadores. En instalaciones públicas: 1 plaza adicional de aparcamiento por cada 4 a 8 plazas de espectadores.

Los terrenos planos o con una pendiente de 15° como máximo permiten construir piscinas cubiertas a un solo nivel que es un requisito para la realización de un proyecto óptimo, tanto desde el punto de vista económico como funcional. Los terrenos con una pendiente mayor suelen implicar un coste mayor de las obras e inconvenientes funcionales.

El proyecto de una piscina ha de tener en cuenta:

Análisis del estado actual: instalaciones de baños, de ocio y deportivas existentes.

Análisis de las necesidades: superficie de agua necesaria, posibilidades de combinación, puntos de mayor utilización.

Zona de influencia: distancia a posibles usuarios, escuelas y asociaciones.

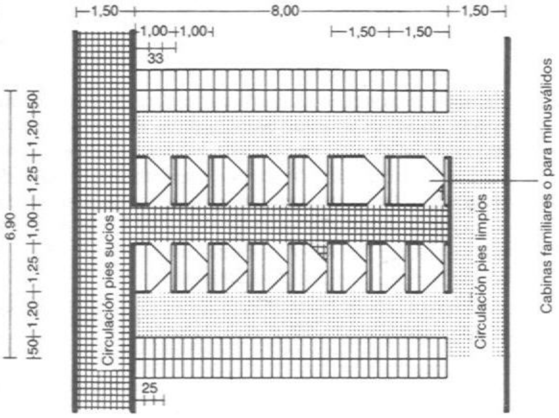
Características locales: accesibilidad, situación respecto a la red viaria y al transporte público.

Zona de influencia n.º de habitantes	Tipo de piscina [2]	Unidades de proyecto						Instalaciones de salto [3]	Factores para dimensionar los espacios y superficies del programa		Superficie parcela (sin aparcamientos)
		Unidad básica		Alternativa 1		Alternativa 2					
		Tamaño piscina (m o m²)	SA (m²)	Tamaño piscina (m o m²)	SA (m²)	Tamaño piscina (m o m²)	SA (m²)		Unidades directrices	Unidades ejercicio	(m²)
1	2	3		4		5		6	7	8	9
hasta 5000	según las características locales										
5000 hasta 10000	VB PB	10,00 × 25,00 hasta 15	250 15 265					1B + 3B	150	2	2500
10000 hasta 20000	VB NSB PB	10,00 × 25,00 8,00 × 12,50 hasta 20	250 100 20 370	12,50 × 25,00 10,00 × 12,50 hasta 20	313 125 20 395	1B + 3P 8,00 × 12,50 hasta 20	100 20 433		3000 200	3	hasta 3500
20000 hasta 30000	VB NSB SPB[4] PB	12.50 × 25.00 8.00 × 12.50 hasta 25	313 100 25 438	12,50 × 25,00 8,00 × 16,66 hasta 25	313 133 25 471	12,50 × 25,00 8,00 × 12,50 10,60 × 12,50 hasta 25	313 100 133 25 571	1B+3P o. 1B+ 3B+1P+3P+5P 1B + 1P comb. + 3B + 3P comb. 5P	250	3 o 4	3500 hasta 4000
30000 hasta 40000	VB NSB SPB[4] PB	21,50 × 25,00 8.00 × 12.50 10.60 × 12.5ʳ hasta 30	313 100 133 30 576	12,50 × 25,00 8,00 × 16,66 10,60 × 12,50 hasta 30	313 133 133 30 609	16,66 × 25,00 8,00 × 16,66 12,50 × 11,75 hasta 30	417 133 147 30 727	1B + 1P comb. + 3B + 3P comb. 5P	300	4	4000 hasta 4500
40000 hasta 50000 [1]	VB NSB SPB[4] PB	16,66 × 25,00 8,00 × 16,66 12,50 × 11,75 hasta 35	417 133 147 35 732	16,66 × 25,00 8,00 × 16,66 16,90 × 11,75 hasta 35	417 133 199 35 784			2 × 1B, 2 × 3B, 1P + 3P + 5P	400	4	4500
hasta 50 000	Otras piscinas según la importancia de la zona de influencia correspondiente										

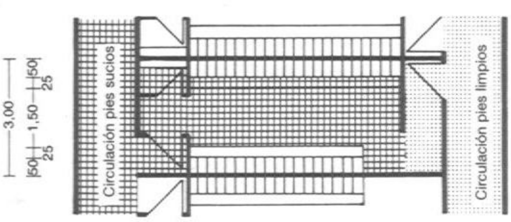
Observaciones: [1] las necesidades escolares pueden exigir valores mayores. [2] Abreviaciones: PB = piscina de chapoteo; NSB = piscina para no nadadores; VB = piscina polivalente; SPB = piscina de saltos; [3] Abreviaciones: B = trampolín; P = plataforma; 1–10 = altura del puesto de saltos en m. [4] Dimensiones teniendo en cuenta las medidas de seguridad; tamaño de la piscina = anchura de la piscina (lado del trampolín) × longitud de la piscina (en el sentido de salto).

(2) Unidades de proyecto de las piscinas cubiertas

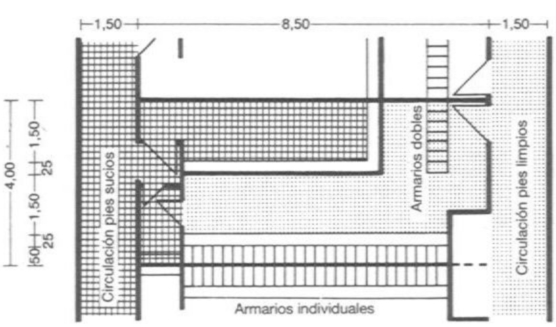
PISCINAS CUBIERTAS →



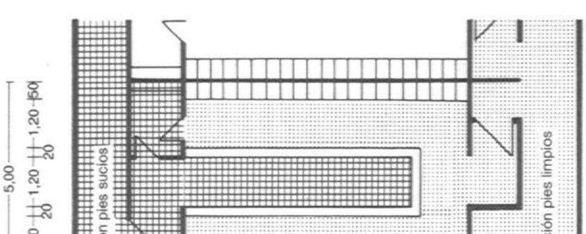
(1) Zona de vestuarios. Cabinas para cambiarse y armarios para guardar la ropa



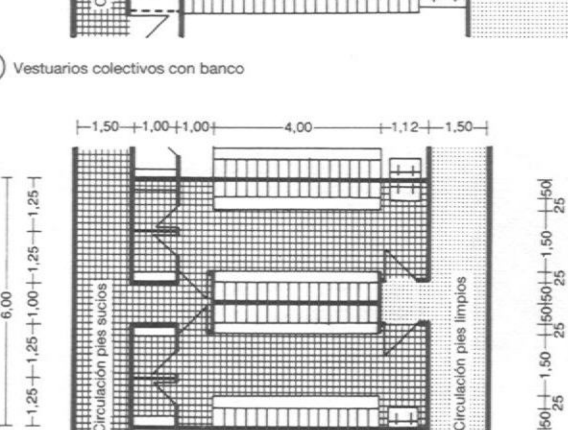
(2) Vestuarios colectivos sin banco



(3) Vestuarios colectivos con banco

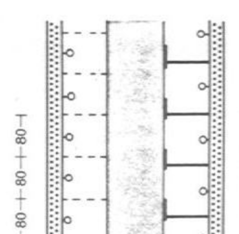


(4) Vestuarios colectivos con banco

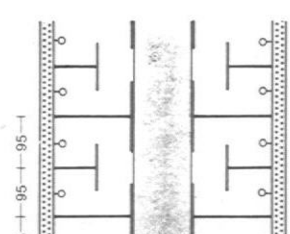


(5) Zona de vestuarios, forma mixta

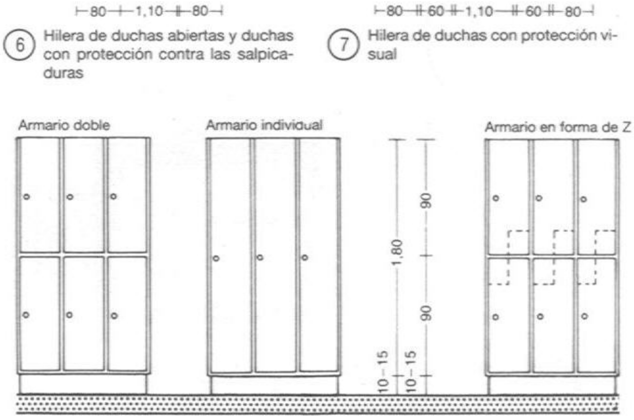
Zona de vestuarios: el tamaño de la zona de vestuarios se calcula (valor orientativo) a partir de las unidades directrices → p. 466 (2), columna 7.
Los valores orientativos parten de la hipótesis de un tiempo medio de baño de 1,50 h, excepto en las horas punta. En los lugares de vacaciones puede ser necesario doblar el número de plazas de guardarropa.
Valores orientativos: 0,6-0,8 plazas de guardarropa de la unidad directriz. Número de plazas de vestuario: 0,15-0,2 unidades por unidad directriz, de ellas 0,6-0,8 plazas por unidad directriz en forma de cabina.
Cabinas familiares o para minusválidos: 10 % del número de cabinas. Relación entre plaza de vestuario y armarios guardarropa: 1:4.
Todas las grandes instalaciones poseen al menos 2 depósitos de ropa. Plazas de guardarropa: por cada depósito de ropa, al menos 30 armarios de guardarropa.
Plazas de vestuario: al menos 7,50 ml de banco. Relación entre plaza de vestuario y armarios de guardarropa: hasta 1:8.
Número de instalaciones en el vestuario por unidad directriz: 0,03 plazas de peinado con secador de pelo; 0,015 piletas de desinfección de pies; 0,015 piletas para escurrir ropa; prever también un cuarto de limpieza en la zona de vestuarios de 1 a 2 m^2.
Altura libre: 2,50 m. Pileta de desinfección de pies: 0,75 m de anchura y 0,50 m de profundidad.
Dimensiones en la zona de vestuarios: para los elementos empotrados se ha de contar con las siguientes medidas mínimas: cabina para cambiarse (entre ejes): 1,00 m de anchura, 1,25 m de profundidad y 2,00 m de altura. Cabinas familiares o para minusválidos (medidas entre ejes): 1,50 m de anchura, 1,25 m de profundidad y 2,00 m de altura → (1).
Cabina para minusválidos en silla de ruedas (medidas entre ejes): 2,00 m de anchura, 1,00 m de profundidad; anchura libre de la puerta: 0,8 m. Armarios de guardarropa → (8); anchura: entre 0,25 y 0,33 m (entre ejes), profundidad libre: 0,50 m, altura: 1,80 m o 0,90 m en los armarios dobles. Para los minusválidos se han de instalar exclusivamente armarios individuales de 0,4 m de anchura.



(6) Hilera de duchas abiertas y duchas con protección contra las salpicaduras

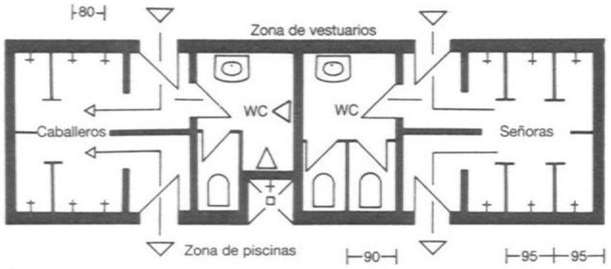


(7) Hilera de duchas con protección visual

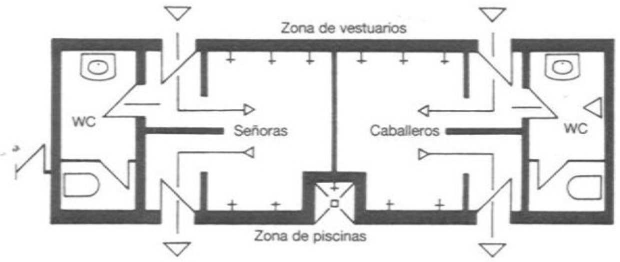


(8) Armarios guardarropa. Diferentes posibilidades

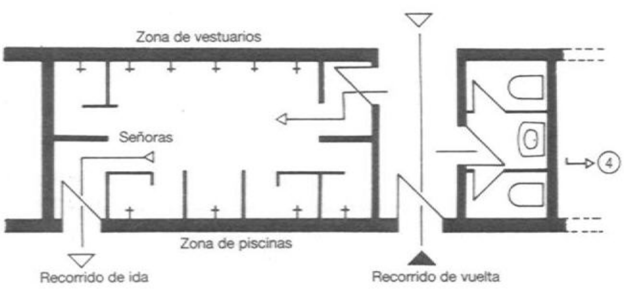
→ 📖



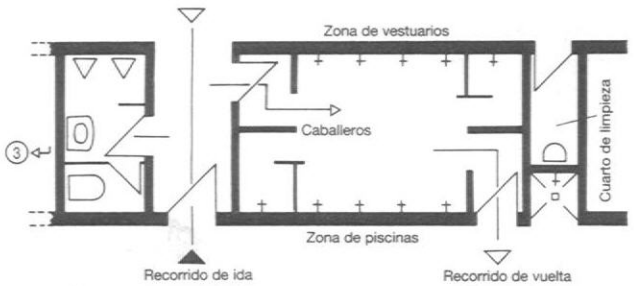
① Unidad sanitaria (ejemplos)



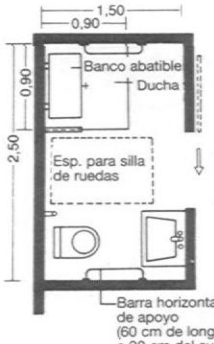
② Unidad sanitaria (sala de duchas divisible)



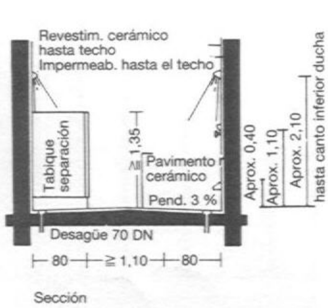
③ Unidad sanitaria (señoras)



④ Unidad sanitaria (caballeros)



⑤ Cabina sanitaria para minusválidos



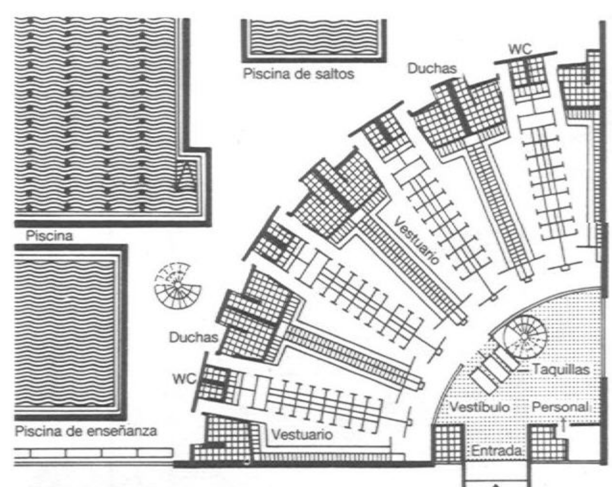
⑥ Zona de ducha (esquema)

La zona de sanitarios abarca las salas de duchas y los lavabos separados por sexos; debe estar situada entre la zona de vestuarios y la zona de piscinas. Es conveniente disponer la zona de WC de manera que los usuarios, después de utilizarlos, tengan que volver a cruzar la sala de duchas antes de acceder a la zona de piscinas → ①–⑤. No están permitidos los WC con acceso directo desde la piscina. Es recomendable el acceso directo a los vestuarios después de la estancia en la piscina.

Valores orientativos: el equipamiento mínimo consiste en una sala de duchas para caballeros y otra para señoras, con 10 uds. de ducha cada una. En las piscinas cubiertas con poca superficie de agua (100–150 m²) basta con una sala de duchas dividida en 5 duchas para caballeros y otras 5 para señoras → ②. En el lavabo de señoras se colocan 2 inodoros y en el de caballeros 1 inodoro y 2 urinarios → ①.

Para dimensionar los espacios se parte de las siguientes medidas mínimas: → ①–④

Ducha sin tabique de separación: (hilera abierta)	Medidas entre ejes 0,80 m de anchura 0,80 m de profundidad
Ducha con tabique de separación: (duchas en hilera con protección contra las salpicaduras)	medidas entre ejes 0,95 m de anchura 0,80 m de profundidad 1,45 m de altura
Ducha con tabique de separación en forma de doble T: (con protección visual y contra las salpicaduras)	medidas entre ejes 0,80 m de anchura 0,95 m de anchura 1,40 m de profundidad 1,45 m de altura
Anchura del paso entre dos hileras de duchas	1,10 m
Inodoro con puerta: (apertura hacia dentro)	0,90 m de anchura 1,40 m de profundidad 2,00 m de altura
Inodoro con puerta: (apertura hacia fuera)	0,90 m de anchura 1,20 m de profundidad 2,00 m de altura
Urinario de pie: medidas entre ejes	0,50 m de anchura 0,60 m de profundidad
Urinario mural: medidas entre ejes	0,75 m de anchura 0,80 m de profundidad
altura de montaje: altura de montaje para niños:	por debajo de 0,70 m por debajo de 0,45
Lavamanos:	0,60 m de anchura 0,80 m de profundidad
altura de montaje:	aprox. 0,80 m
altura libre mínima: altura recomendada:	2,50 m 2,75 m



⑦ Zona de vestuarios con aseos y taquillas automáticas

Arq.: D. Loewer

Zona de piscinas: tipos de piscinas y dimensiones → 📖

Piscina	Anchura (m)	Longitud (m)	Profundidad agua Observaciones	Sala: mín. altura libre
Piscina de chapoteo	hasta 15	25 m²	0,00–0,40/60	2,50 m
Piscina no nadadores	8,00	12,50	0,60/0,80 hasta	
→ (1)	10,00	16,66	1,35 m	3,20
Piscina polivalente	8,00	25,00	para suelos elevables	
→ (2)	10,00	50,00	0,30 hasta 1,80 m	
	12,50		en la zona para	
	16,66		nadadores: 1,80 m	4,00 m
	21,00		en la zona de saltos:	
	25,00		profundidad mínima	
Piscina de natación	16,66	25,00		4,00 m
	21,00	50,00		
	25,00			
Piscina con oleaje → (3)	12,50	mín.	prof. extremo inicial:	
	16,66	33,00	0,00 m (si existe	
	21,00		peldaño, 30 cm máx.)	4,00 m
	hasta		prof. extremo final:	
	25,00		según uso piscina y	
			manera producir olas	

Anchura circulaciones – Superficies perimetrales uniformes Superficie del agua	Anchura (m)
En la zona de acceso principal a la sala de la piscina:	3,00
En zona acceso principal entre escalera piscina y pared sala:	2,50
En la zona de las bases de salida:	3,00
En la zona de trampolines:	4,50
(detrás de trampolines de 1 m, paso libre de al menos 1,25 m de anchura)	
En la zona de acceso a la piscina de chapoteo:	2,00
Piscina para no nadadores, lado de la escalera:	2,50
Piscina para no nadadores, lado estrecho:	2,00
Entre la piscina de natación, saltos o polivalente y la piscina para no nadadores o la zona para no nadadores de una piscina polivalente:	4,00
Entre la piscina de natación o la zona para nadadores de una piscina polivalente y la piscina de saltos:	3,00
Resto de anchuras para una superficie de agua menor a 300 m²	mín. 1,25
mayor a 300 m²:	mín. 1,50

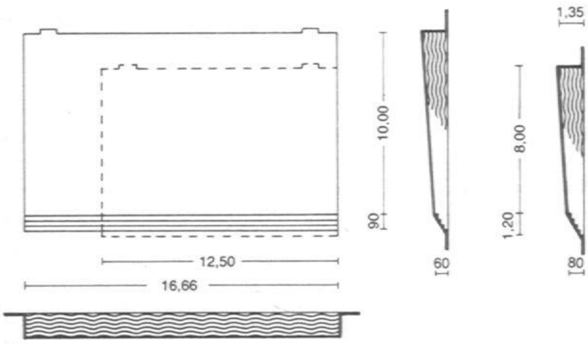
Altura de la sala por encima del bordillo perimetral:		2,50 m
Cuarto de monitores	Superficie mínima: 6 m²	2,50
Enfermería	superficie mínima: 8 m²	2,50 m
Almacén de aparatos:	hasta 450 m² de superficie de agua, al menos 15 m²	2,50 m
	más de 450 m² de superficie de agua, al menos 20 m²	2,50
	Sala de descanso para los competidores:	2,50
	6 calles de natación = 30 m², 8 = 50 m², 10 = 70 m²	
	Sala de enseñanza y reuniones: entre 30 y 60 m²	2,50

Instalaciones para los espectadores: Gradas: 0,5 plazas sentadas por cada m² de superficie de agua destinada a uso deportivo.
Espacio necesario: para una plaza sentada: 0,5 m², incluida la superficie de circulación más cercana.
Guardarropía para los espectadores: espacio necesario: 0,025 m² por cada m² de superficie de agua destinada a uso deportivo.
Aseos para espectadores: los aseos en el vestíbulo de entrada (señoras: 1 inodoro; caballeros: 1 inodoro, 1 urinario) son suficientes para 200 espectadores. Para pabellones mayores se necesita 1 aseo más por cada 100 espectadores adicionales. Respetar la proporción (señoras: 2 inodoros; caballeros: 1 inodoro y 2 urinarios).

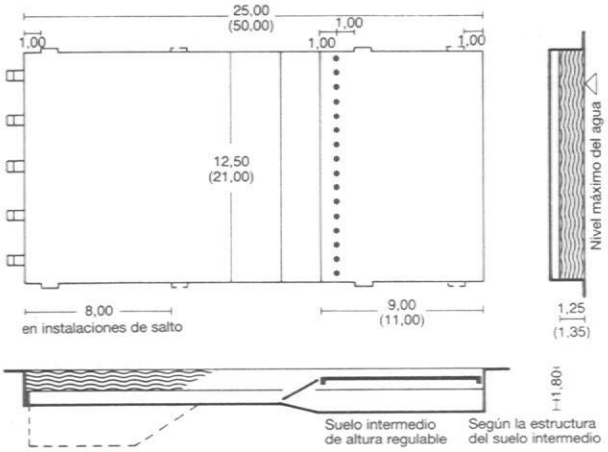
Puestos de trabajo para la prensa. Para la televisión: Buena visibilidad de la salida y de la meta (posición elevada); se necesitan entre 5 y 20 plazas y 0,75 × 1,20 m para cada plaza. Se necesitan entre 4 y 6 plazas y 1,20 × 50 m para cada plaza.

Zona servicios (caf./restaurante): Espacio necesario por expendedor automático: 0,5 - 0,8 m².
Zona clientes: al menos 50 asientos, entre 1 y 2 m² por asiento.
Zona de suministro y salas auxiliares (adicionales): en las cafeterías aprox. el 60 % de la zona de clientes, en los restaurantes aprox. el 100 %, de esta superficie entre el 20 y el 25 % se destina a almacén y cámaras frigoríficas, entre el 15 y el 20 % a despensa y el resto a cocina, antecocina, oficina y sala de descanso.
Aseos: al menos 1 inodoro para señoras y 1 inodoro y 1 urinario para caballeros.

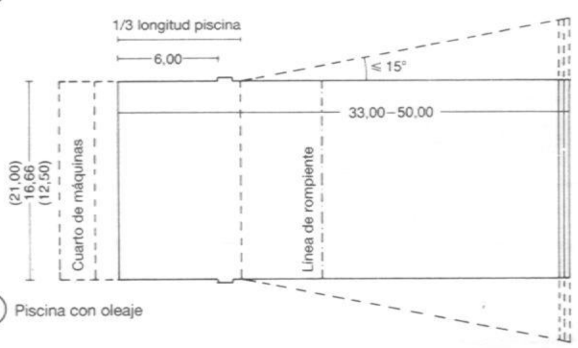
Zona de instalaciones
Superficie total destinada a instalaciones (sin contenedor de agua rebosada, almacenes, estación transformadora y estación transmisora de gas): hasta 1 m² por cada m² de sup. de agua prevista; en las grandes piscinas cubiertas se puede reducir hasta un 30 %.



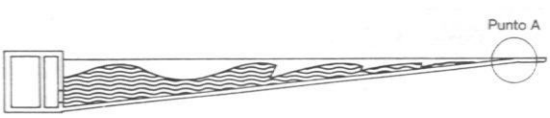
(1) Piscina para no nadadores



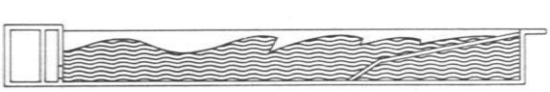
(2) Piscina polivalente



(3) Piscina con oleaje

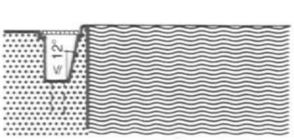


(4) Sección de una piscina con oleaje

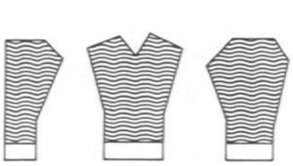

(5) Sección de una piscina combinada para nadar y con oleaje

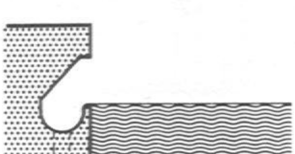


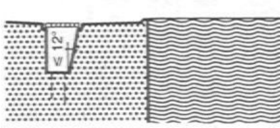
(6) Variante: punto A con escaleras



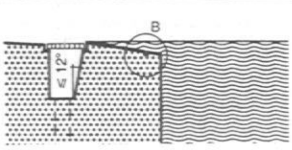
(8) Rebosadero tipo Zürich


(7) Diferentes formas de piscina

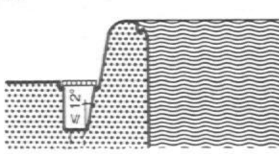

(9) Rebosadero tipo Wiesbaden



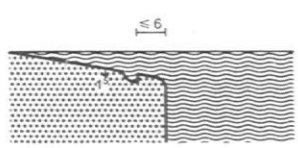
(10) Rebosadero tipo Zürich



(11) Rebosadero tipo St. Moritz



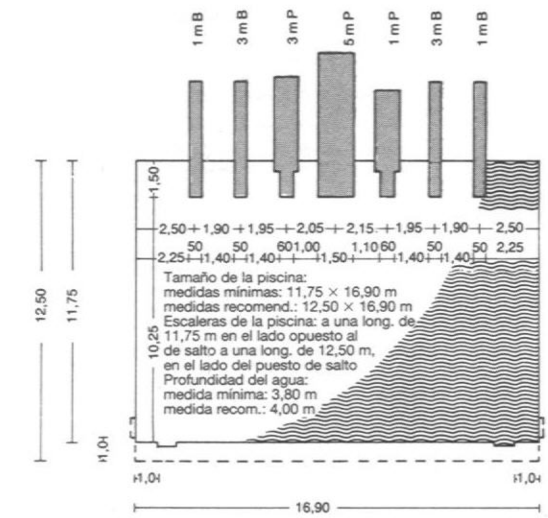
(12) Rebosadero finés



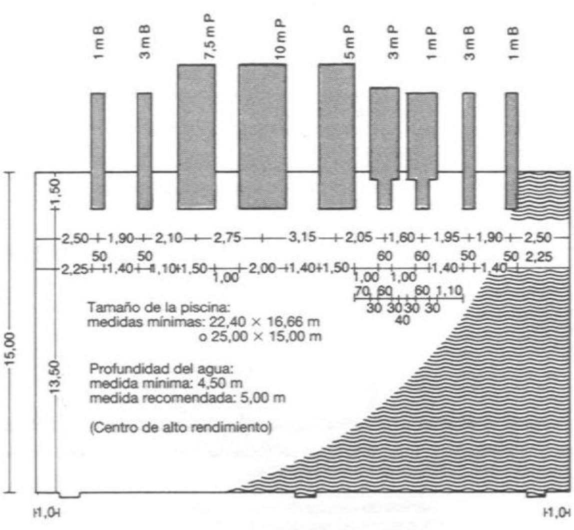
(13) Punto B

→ 🕮

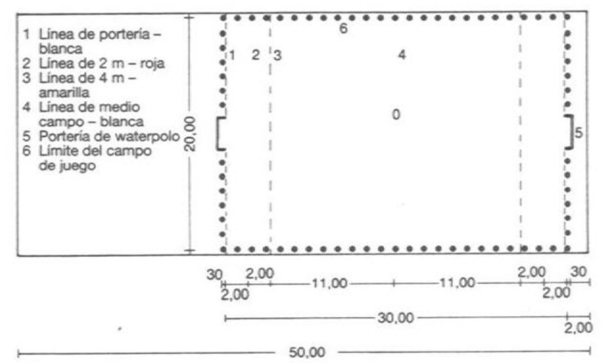
Las instalaciones de saltos sirven a deportistas escolares y de competición. Las plataformas son puestos rígidos para saltar desde 1, 3, 5 y 10 m de altura. Los trampolines son puestos elásticos para saltar desde 1 y 3 m de altura. La altura de los puestos para saltar se mide desde el nivel superior del agua. Los trampolines pueden ser de aluminio, madera o material sintético. En ambos casos la superficie debe ser plana y antideslizante. El acceso al trampolín o a la plataforma se realiza mediante escaleras empinadas. En los grandes campeonatos deben preverse elevadores. Todas las instalaciones necesarias para los saltos se sitúan en uno de los lados de la piscina → ①–②. La temperatura del agua debe estar entre los 24 y 28 °C. Para distinguir mejor la superficie de agua es conveniente prever un equipo que produzca pequeñas «ondulaciones» en el agua o «inyectores de agua pulverizada».



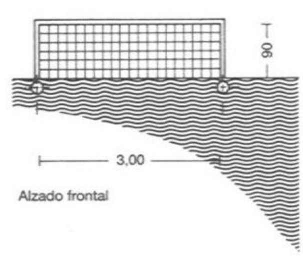
① Instalación para saltos de 1 a 5 m de altura (completa) B = trampolín; P = plataforma



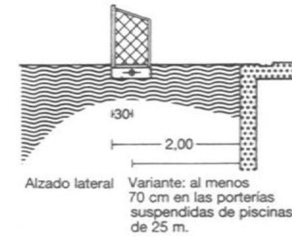
② Instalación pasa saltos de 1 a 10 m de altura (completa) B = trampolín; P = plataforma



④ Campo de waterpolo



⑤ Portería waterpolo, según DIN 7936

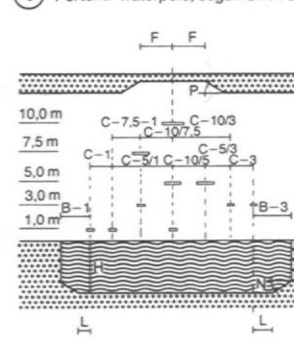


⑥ Portería waterpolo, según DIN 7936

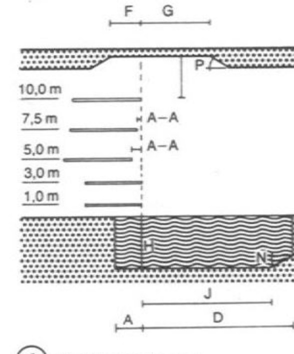
		Longitud/ anchura	Tramp. 1 m 4,80/0,50		Trampolín 3 m 4,80/0,50		Plat. 1 m 4,50/0,60		Plat. 3 m 5,00/0,60		Plat. 5 m 6,00/1,50		Plat. 7,5 m 6,00/1,50		Plat. 10 m 6,00/2,00	
A	Desde vertical a límite anterior de la piscina	comp. dibujo	A-1	–	A-3	–	A-1	–	A-3	–	A-5	–	A-7,5	–	A-10	–
		medida mín.	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–	1,50	–
		med. recom.	1,80	–	1,80	–	–	–	–	–	1,50	–	–	–	–	–
A–A	Retraqueo desde vertical hasta plataf. infer.	comp. dibujo	–	–	–	–	–	–	–	–	A-A-5/1	–	A-A-7,5/3	–	A-A-10/5	–
		medida mín.	–	–	–	–	–	–	–	–	1,25	–	1,25	–	1,25	–
		med. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
B	Desde la vertical hasta pared lateral piscina	com. dibujo	B-1	–	B-3	–	B-1	–	B-3	–	B-5	–	B-7,5	–	B-10	–
		medida mín.	2,50	–	3,50	–	2,30	–	2,80	–	4,25	–	4,50	–	5,25	–
		med. recom.	3,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C	De vertical a vertical	com. dibujo	C-1	–	C-3	C-3/1	–	–	–	–	C-5/3B	C-5/1B	C-7,5/1P	C-10/7,5	C-10/5	C-10/3B
		medida mín.	1,90	–	1,90	1,90	–	–	–	–	2,10	2,10	2,45	2,75	2,75	2,65
		med. recom.	2,40/3,00	–	2,40/3,00	2,40/3,00	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
D	De la vertical hasta pared opuesta de la piscina	Com. dibujo	D-1	–	D-3	–	D-1	–	D-3	–	D-5	–	D-7,5	–	D-10	–
		medida mín.	9,00	–	10,25	–	8,00	–	9,50	–	10,25	–	11,00	–	13,50	–
		med. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E	Desde el puesto de salto hasta el techo	Com. dibujo	–	E-1	–	E-3	–	E-1	–	E-3	–	E-5	–	E-7,5	–	E-10
		medida mín.	–	5,00	–	5,00	–	3,00	–	3,00	–	3,00	–	3,20	–	3,40
		med. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	–	3,40	–	3,40
F	Esp. libre en techo hacia atrás y a los lados de la vertical	Com. dibujo	F-1	E-1	F-3	E-3	F-1	E-1	F-3	E-3	F-5	E-5	F-7,5	E-7,5	F-10	E 10
		medida mín.	2,50	5,00	2,50	5,00	2,75	3,00	2,75	3,00	2,75	3,00	2,75	3,20	2,75	3,40
		med. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,40	–	3,40	–	4,00/5,00
G	Esp. libre en techo hacia delante de la vertical	Com. dibujo	G-1	E-1	G-3	E-3	G-1	E-1	G-3	E-3	G-5	E-5	G-7,50	E-7,5	G-10	E-10
		medida mín.	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00	3,20	6,00	3,40
		med. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,00
H	Profundidad agua en la vertical	com. dibujo	–	H-1	–	H-3	–	H-1	–	H-3	–	H-5	–	H-7,5	–	H-10
		medida mín.	–	3,40	–	3,80	–	3,40	–	3,40	–	3,80	–	4,10	–	4,50
		med. recom.	–	3,80	–	4,00	–	–	–	3,80	–	4,00	–	4,50	–	5,00
J	Zona segur. (misma prof. agua de vert. hacia delante)	com. dibujo	J-1	K-1	J-3	K-3	J-1	K-1	J-3	K-3	J-5	K-5	J-7,5	K-7,5	J-10	K-10
		medida mín.	6,00	3,30	6,00	3,70	5,00	3,30	6,00	3,30	6,00	3,70	8,00	4,00	12,00	4,25
		med. recom.	–	3,70	–	3,90	–	–	–	3,70	–	3,90	–	4,40	–	4,75
L	Zona seguridad (misma prof. agua de vertical a 2 lados)	Com. dibujo	L-1	–	L-3	–	L-1	–	L-3	–	L-5	–	L-7,5	–	L-10	–
		medida mín.	2,25	–	3,25	–	2,05	–	2,55	–	3,75	–	3,75	–	4,50	–
		med. recom.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P	Ángulo máx. descenso del techo															

Observación: si las plataformas se construyen con un ancho mayor al mínimo establecido, se ha de sumar el semiancho adicional a las correspondientes medidas entre ejes, expresadas en la tabla.

③ Dimensiones de las instalaciones de salto → ⑦–⑧



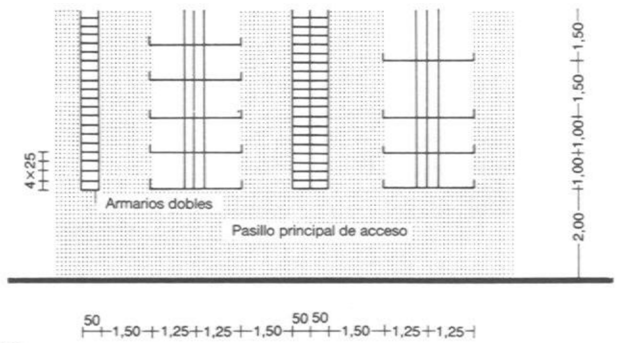
⑦ Sección transversal



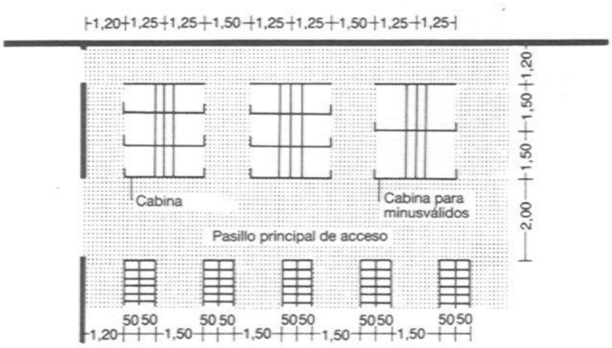
⑧ Sección longitudinal



(1) Esquema de relaciones entre los diferentes espacios



(2) Unidad de guardarropía (esquema)

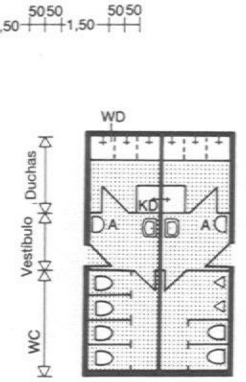


(3) Unidad de guardarropía (esquema)



KD Ducha de agua fría con protección contra las salpicaduras
WD Ducha de agua caliente

(4) Unidad sanitaria para 2000 m² de superficie de agua (esquema)



PR Cuarto de limpieza
A Vertedero

(5) Unidad sanitaria para 1000 m² de superficie de agua

PISCINAS AL AIRE LIBRE

→ 📖

Las piscinas al aire libre están concebidas fundamentalmente para el recreo y empleo activo del tiempo libre por parte de todas las capas sociales.

El coeficiente de superficie de agua por habitante en la zona de influencia es: de unos 0,15 m² en zonas de escasa densidad de población y de unos 0,05 m² en zonas de elevada densidad de población. La relación entre el número de habitantes y el tamaño de la superficie de agua es independiente de las particularidades locales o las comunicaciones viarias.

Superficie mínima del solar: entre 8 y 16 m² por cada m² previsto de superficie de agua.

Plazas de aparcamiento: 1 turismo y dos bicicletas por cada 200-300 m² de parcela.

Patio de entrada: 200 m² por cada 1000 m² de superficie de agua, de ellos 50 m² por cada 100 m² de superficie de agua para entrada a cubierto, incluidas las taquillas y los medios de control.

Salas para el personal: 10 m² para una superficie de agua inferior a 2000 m²; 20 m² para una superficie de agua mayor a 2000 m².

Piscina infantil — Superficie de agua: desde 100 hasta 400 m²; profundidad de agua; desde 0,00 hasta 0,50 m; 200 m² distribuidos en piscinas de diferentes profundidades de agua.

Piscina no nadadores — Superficie de agua: desde 500 hasta 1200 m²; profundidad de agua: 0,50/60 hasta 1,35 m; eventualmente, distribución en varias piscinas de diferentes profundidades de agua.

Piscina de nadadores — Superf. de agua: desde 417 hasta 1250 m²; profund. agua: 1,80 m; tamaño de las piscinas según el número de carriles de piscina.

Carriles de piscina	Anchura piscina	Longitud piscina
6	16,66 m	25,00 m
6	16,66 m	50,00 m
8	21,00 m	50,00 m
10	25,00 m	50,00 m

Piscina de olas — Ancho piscinas: 16,66 m; 21,00 m; 25,00 m
Long. piscinas: 50,00 m; mín. 33,00 m
Profundidad del agua al comienzo: 0,00 m
Profundidad del agua al final: según aprovechamiento de las piscinas y del tipo de máquina de olas

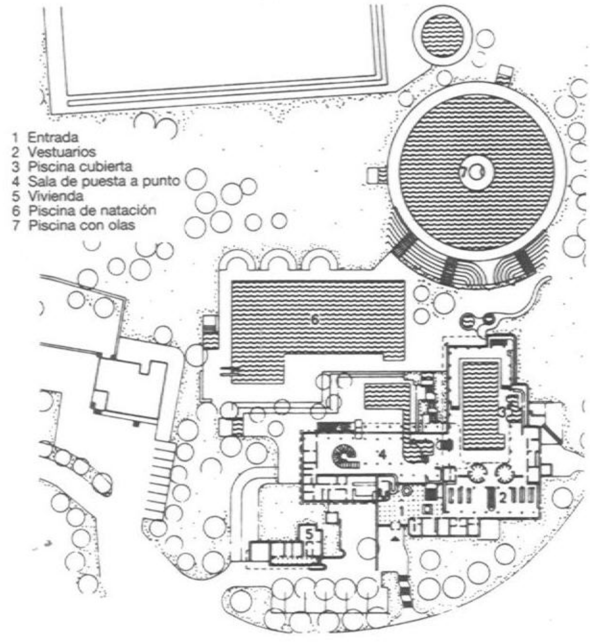
Habit. en la zona de influencia (EW)	Tipo de piscina [1]	Unidades de proyecto: Tamaño piscina [en m o m²]	Unidades de proyecto: Sup. agua [m²]	Instalaciones de salto [2]	Coeficiente para dimensionar el programa de necesidades — Unidades directrices	Sup. parcela (sin aparcamiento) [m²]
1	2	3		4	5	6
5000 hasta 10000	SB SPB [3] NSB PB	16,66 × 25,00 12,50 × 11,75 500 100	417 147 500 100 1164	1B + 3B + 1P + 3P + 5P	1000	8000 hasta 12000
10000 hasta 20000	SB SPB [3] NSB PB	16,66 × 50,00 18,35 × 15,00 1050 150	833 275 1050 150 2308	1B + 3B + 1P + 3P + 5P + 7,5P + 10P	2000	20000 hasta 25000
20000 hasta 30000	SB SPB [3] NSB PB	21,00 × 50,00 22,40 × 15,00 1350 200	1050 336 1350 200 2936	2 × 1B + 2 × 3B + 1P + 3P + 5P + 7,5 + 10P	2500	30000 hasta 35000
30000 hasta 40000	SB SPB [3] NSB PB	21,00 × 50,00 22,40 × 15,00 1550 250	1050 336 1550 250 3186	2 × 1B + 2 × 3B + 1P + 3P + 5P + 7,5P + 10P	3000	40000 hasta 45000
40000 hasta 50000	SB SPB [3] NSB WB o 2. NSB PB	21,00 × 50,00 22,40 × 15,00 1200 800 300	1050 336 1200 800 300 3686	2 × 1B + 2 × 3P + 1P + 3P + 5P 7,5P + 10P	3500	50000 hasta 55000
más de 50000	Varias piscinas al aire libre en la misma zona de influencia, con las características de la unidad para 50 000 habitantes y enfatizando el carácter recreativo de la instalación					

[1] Abreviaturas: PB = piscina de chapoteo, NSB = piscina para no nadadores, SB = piscina de natación, SPB = piscina de saltos, WB = piscina con olas.
[2] Abreviaturas: B = trampolín, P = plataforma, 1-10 = altura de salto en metros.
[3] Dimensiones teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad. Tamaño de la piscina = anchura de la piscina (lado desde el que se salta) × longitud de la piscina (en el sentido de salto).
[6] Unidades de proyecto para piscinas al aire libre (ejemplos).

(6) Unidades de proyecto para las piscinas al aire libre (ejemplos)

Instalaciones deportivas

BASES DE PROYECTACIÓN →



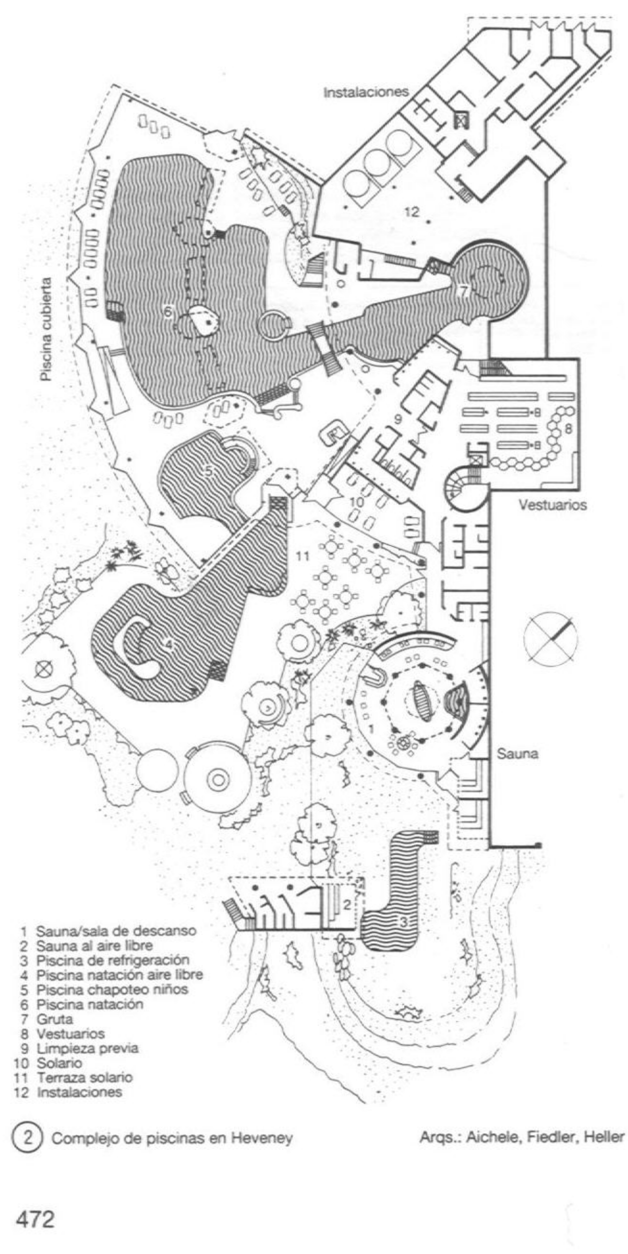
① El complejo Wellenberg en Oberammergau — Arq.: P. Seifert

Las combinaciones de piscinas cubiertas y piscinas al aire libre permiten, si se organiza adecuadamente el conjunto, una amplia centralización espacial y funcional de las instalaciones, al mismo tiempo, ofrecen mayores posibilidades de uso y por ello tienen mayor valor como equipamiento de ocio.

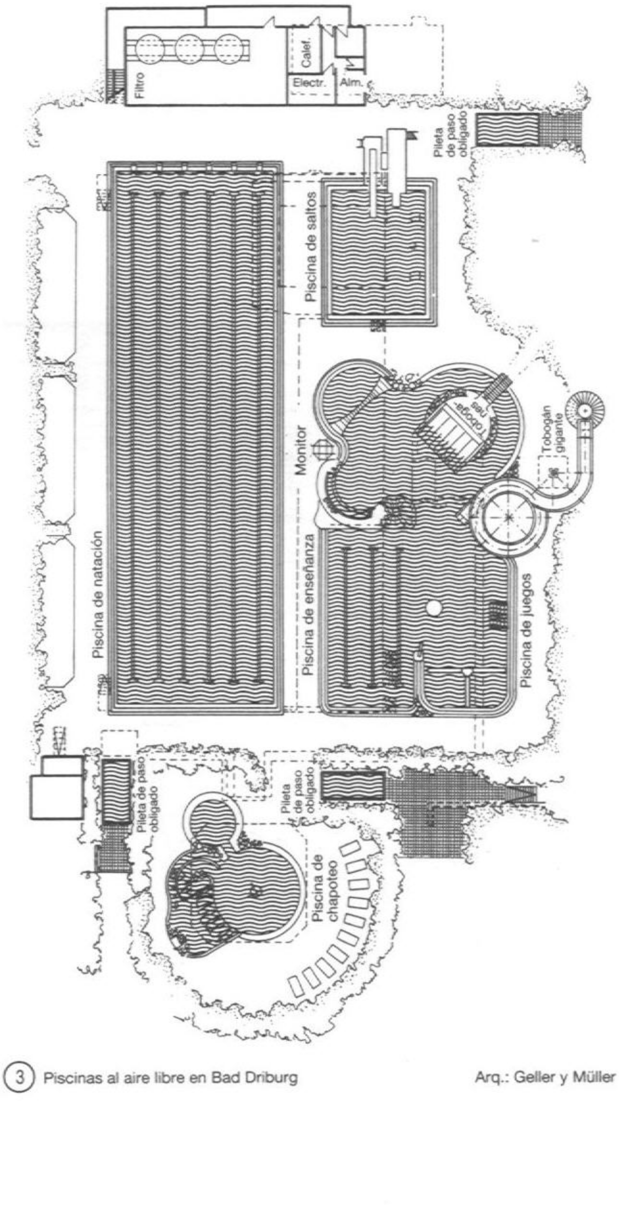
Cada estación del año requiere un tamaño diferente de superficie de agua interior y exterior. En el funcionamiento es preciso distinguir entre el uso durante el verano, el invierno y los meses de transición.

Se pueden plantear los siguientes tipos de funcionamiento: utilización simultánea de la piscina exterior e interior con el mismo horario, tiempo de baño ilimitado y precio de entrada unitario; utilización independiente de las piscinas interior y exterior con horarios diferentes, tiempo de baño parcialmente ilimitado (en la piscina al aire libre) y diferentes precios de entrada; utilización diferenciada según la estación del año, por ejemplo, cerrando una parte de la instalación (la piscina cubierta o la descubierta).

Para determinar el tipo de funcionamiento y el tamaño de las piscinas se ha de tener en cuenta: la zona de influencia de la piscina cubierta y la zona de influencia de la piscina al aire libre; la necesidad de ampliar la superficie de agua de la piscina cubierta o de la descubierta, por la proximidad de un centro de vacaciones invernal o estival o por determinadas características locales, por ejemplo, balnearios, centros de alto rendimiento, etc.; ejemplos ①–③.



② Complejo de piscinas en Heveney — Arqs.: Aichele, Fiedler, Heller



③ Piscinas al aire libre en Bad Driburg — Arq.: Geller y Müller

Instalaciones deportivas

PISCINAS AL AIRE LIBRE Y CUBIERTAS

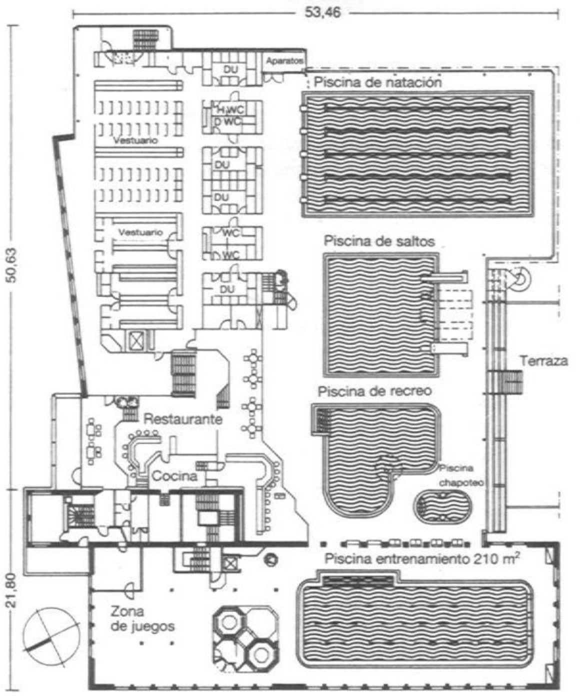
Bajo determinadas circunstancias, las combinaciones de piscinas al aire libre y piscinas cubiertas también pueden conseguirse añadiendo una piscina cubierta o descubierta a una instalación ya existente. En las obras de nueva planta debería construirse primero la piscina cubierta.

Se ha de intentar establecer una conexión entre la zona de piscinas al aire libre y la zona de piscinas del pabellón cubierto para conseguir una mejor utilización en los meses de transición, una vigilancia centralizada y una ejecución más sencilla de las instalaciones técnicas.

Disponer de una zona de estar con servicio de acogida y con vistas a ambas zonas de piscinas.

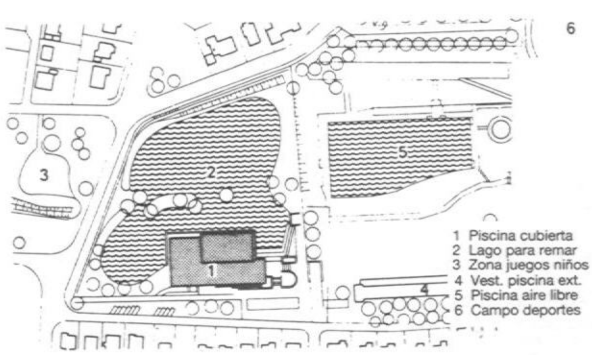
El acceso a la piscina al aire libre se realiza a través del vestíbulo de entrada a la piscina cubierta. En las horas punta también se podrá acceder a través de una zona de entrada a cubierto con las taquillas. El ámbito de control debería servir a ambas zonas.

Una relación directa entre las piscinas cubiertas y al aire libre facilita un aprovechamiento considerable. Se puede establecer una conexión entre las dos zonas de piscinas (preferentemente a través de las piscinas de no nadadores) p.e. mediante un canal de natación o una entrada cubierta con radiadores de infrarrojos, o un acceso cerrado, de manera que el usuario pueda alcanzar una piscina al aire libre desde el pabellón sin entrar en contacto con el aire frío del exterior.

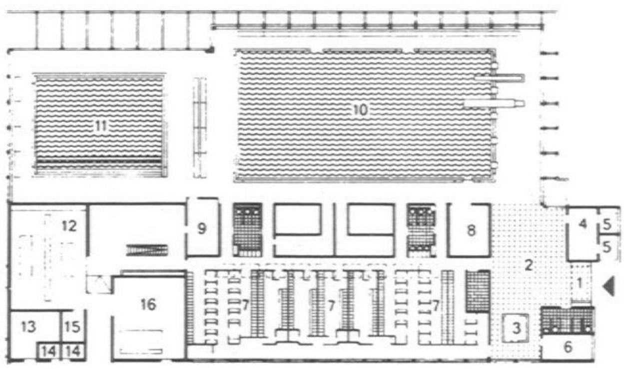


Arqs.: Müller, Karnaiz y Bock

(1) Piscina municipal de Trier



(2) Establecimiento de baños en Stuttgart → (3) Arq.: J. Welz

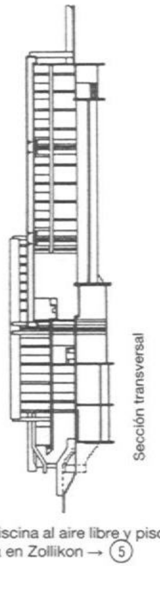


(3) Planta baja → (2)

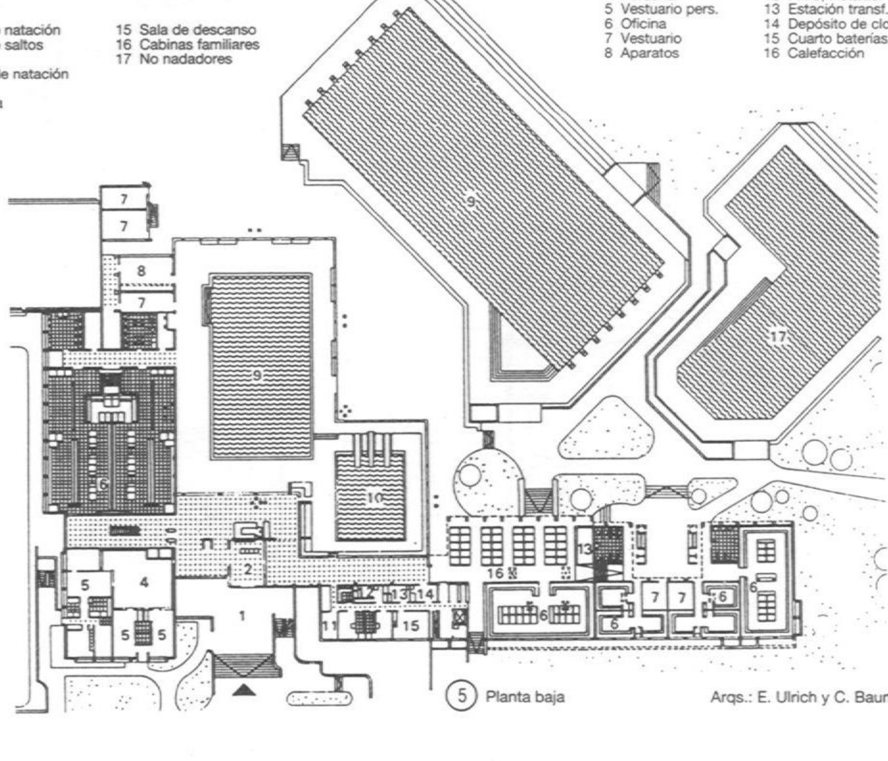
1 Cortavientos
2 Vest. entrada
3 Taquillas
4 Personal
5 Vestuario pers.
6 Oficina
7 Vestuario
8 Aparatos
9 Monitor
10 Pisc. natación
11 Pisc. enseñanza
12 Filtro, instalac.
13 Estación transf.
14 Depósito de cloro
15 Cuarto baterías
16 Calefacción

Planta baja → (5)

1 Entrada a cubierto
2 Cortavientos
3 Taquillas
4 Patio
5 Vivienda
6 Guardarropía
7 Aparatos
8 Club de natación
9 Piscina de natación
10 Piscina de saltos
11 Oficina
12 Profesor de natación
13 Monitor
14 Enfermería
15 Sala de descanso
16 Cabinas familiares
17 No nadadores



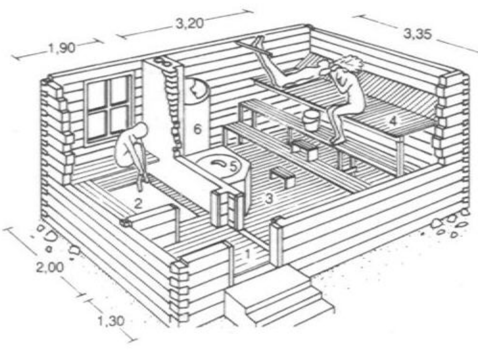
(4) Piscina al aire libre y piscina cubierta en Zollikon → (5)



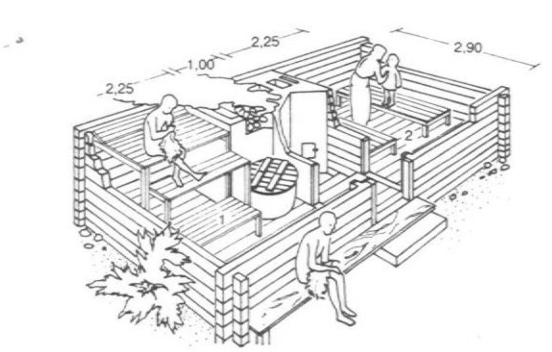
(5) Planta baja

Arqs.: E. Ulrich y C. Baum

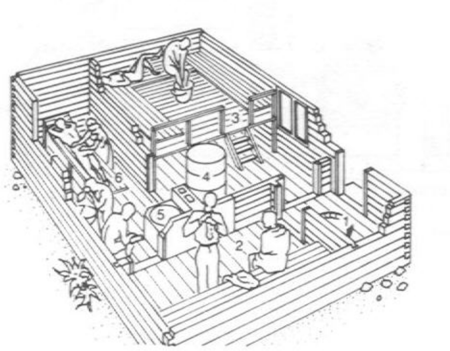
Instalaciones deportivas



(1) Sauna con vestíbulo (1), vestuario (2), sala de baño (3), banco para tumbarse (4), caldera de agua (5) y estufa de baño (6). Según H.J. Viherjuuri →



(2) Sauna con vestíbulo entre la sala de baño (1) y el vestuario (2). Según H.J. Viherjuuri →



(3) Gran sauna con vestíbulo (1), vestuario (2), sala de baño elevada (3) con estufa (4), al lado, sala de masajes con caldera de agua (5), banco de masajes (6) y lavamanos (7). Según H.J. Viherjuuri →



(4) Sauna del Arq. E. Sukonen. Sala de baño (1), sala de masaje y lavado (2), vestuario (3), porche (4), leñero (5), armario (6), estufa de baño (7), caldera de agua (8) y cubo de agua (9)

Información: Bundesfachverband Saunabau e.V.
Bierstadterstrasse 39, 6200 Wiesbaden

Para mucha gente la sauna, además de un baño de aseo, es un método de higiene psíquica, casi un ritual. Debería incluirse siempre en todas las instalaciones deportivas. En Finlandia se cuenta con una sauna por cada 6 habitantes. Se suele utilizar una vez por semana; equipamiento finlandés normalizado →, la tipología tradicional y su utilización se realiza sin separación por sexos, tanto en el núcleo familiar como en general.

Proceso de baño: empleo alternativo de aire frío y caliente, sudoración en una atmósfera de aire caliente y seco con oleadas de vapor de agua a intervalos de 5-7 min mediante el vertido de 1/4 l de agua sobre piedras calientes. Estos cambios de sequedad y humedad estimulan la piel, activan las defensas corporales y son saludables para la respiración. Se complementa el efecto con duchas intermedias de agua fría, masajes y reposo.

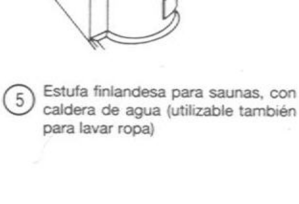
Situación: a ser posible, cerca de un lago con bosque y césped para tomar baños de aire entre los baños de sudoración.

Construcción: generalmente de madera, es necesario un buen aislamiento térmico. En invierno, la diferencia entre el interior y el exterior llega a los 100 °C. El cuarto de baño debe ser pequeño, $\leqq 16$ m^2 y $\leqq 2,5$ m de altura. Revestimiento de madera oscura para disminuir la radiación de calor en techos y paredes o bien paredes macizas de madera blanda, a excepción de la zona próxima a la estufa. Literas de listones para permitir la circulación de aire, situadas a diferentes alturas para sentarse y tumbarse con comodidad; la litera superior debe quedar aprox. a 1 m del techo; longitud de las literas: 2 m. Tanto las literas como los peldaños de las escaleras deberían tener los listones de madera clavados desde abajo, para evitar que los usuarios entren en contacto con elementos metálicos y ser desmontables para facilitar la limpieza. El pavimento tiene que ser de material antideslizante, debe evitarse el de madera.

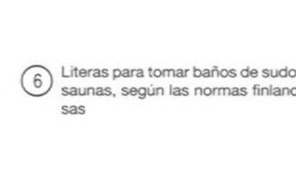
Sauna de humo. Piedras calentadas mediante un fuego de leña, el humo sale poco a poco por una puerta abierta. Cuando las piedras se ponen al rojo vivo, se retira el fuego, se impulsa la salida de humo vertiendo agua sobre las piedras y se cierra la puerta. Poco después la sauna está a punto para tomar el baño. Es apreciado el buen aroma de madera ahumada y su calidad del vapor. El 50 % de las antiguas saunas finlandesas son de este tipo.

Sauna de fuego agotado. Se calienta al final de la calefacción extrayendo el humo «hacia dentro», cuando las piedras de la estufa alcanzan una temperatura de 500°. La combustión de los gases es completa y no se forma hollín, se cierra la compuerta de la estufa, aunque aún haya llamas en el interior. La temperatura sube así rápidamente unos 10°. Antes de tomar el baño se extraen los restos de vapor de carbón, abriendo brevemente la puerta y echando una cucharada de agua encima de las piedras calientes.

Sauna de hogar. Estufa de piedra revestida con una capa de ladrillo o plancha metálica, que conduce los gases de combustión a la chimenea. Calefacción a través de una compuerta desde el baño o vestíbulo. Cuando las piedras están calientes, se cierra la puerta y se abre la compuerta superior de la estufa para dejar salir el aire caliente y verter agua encima de las piedras.



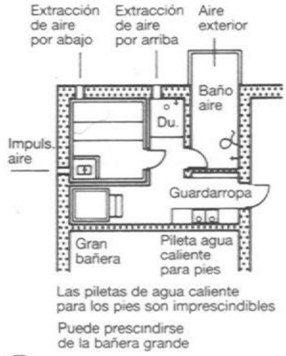
(5) Estufa finlandesa para saunas, con caldera de agua (utilizable también para lavar ropa)



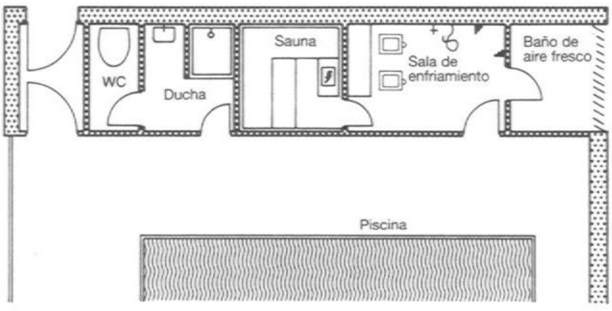
(6) Literas para tomar baños de sudor y saunas, según las normas finlandesas



(1) Esquema funcional de una sauna privada



(2) Sauna doméstica

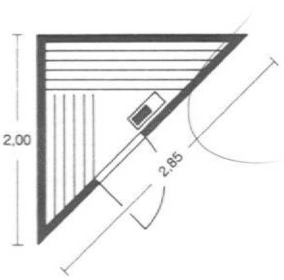


(3) Sauna y piscina cubierta

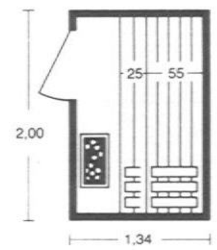
SAUNAS

→📖

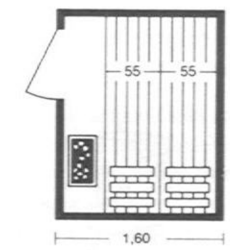
Tiempo de baño en tres fases de 8 a 12 minutos. 120 minutos para una sauna completa. Sala de enfriamiento (ducha, manguera, piscina) → (2), (3), (11), (12), y para baños de aire fresco → (3). Es preferible el agua fría natural en un lago o una cala en el mar.
Baño de aire. Aspiración de aire fresco para equilibrar el aire caliente. Enfriamiento del cuerpo. Protección contra las vistas (2)–(3). Prever un lugar para sentarse. Enfriamiento del agua mediante manguera flexible 3/4'', sin aspersor, así como una gran bañera de 1 m³ de capacidad → (11)–(12). Se necesita una pileta de agua caliente para los pies con una silla o banco para sentarse. Ningún esfuerzo físico (gimnasia, natación).
Cabinas para cambiarse (o vestuario abierto) en número doble al de los usuarios en días punta → (14); las saunas públicas necesitan además una sala adicional de descanso y masajes → (10); 2 plazas de masajes para cada 30 visitantes. Sala de descanso independiente para 1/3 de los usuarios.
Temperatura de las salas: vestuario: 20–22 °C; lavado previo: ≧ 24–26 °C; enfriamiento (agua fría): ≦ 18–20 °C; sala de descanso: 20–22 °C; sala de masaje: 20–22 °C.
Tamaño estándar: saunas prefabricadas completas, existentes en el comercio: 191/117, 134/200, 160/200, 176/200 y 210/200 → (4)–(7).
Tamaños y formas especiales: también pueden encontrarse saunas circulares, hexagonales, octagonales o con el techo inclinado para poderlas instalar en una buhardilla. Las más agradables son las que realizan una calefacción indirecta de la sauna y con la estufa escondida → (9).



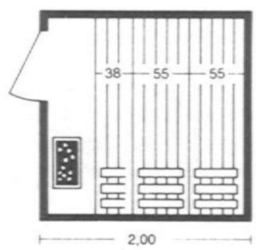
(4) Sauna en esquina



(5) Sauna para 1 a 3 personas

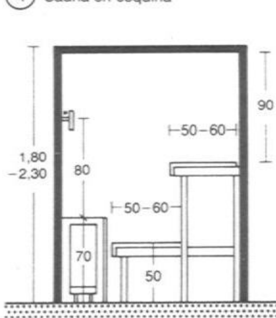


(6) Para 2 a 4 personas

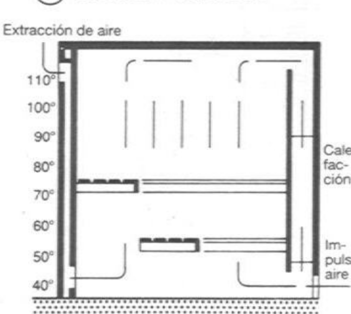


(7) Para 3 a 5 personas

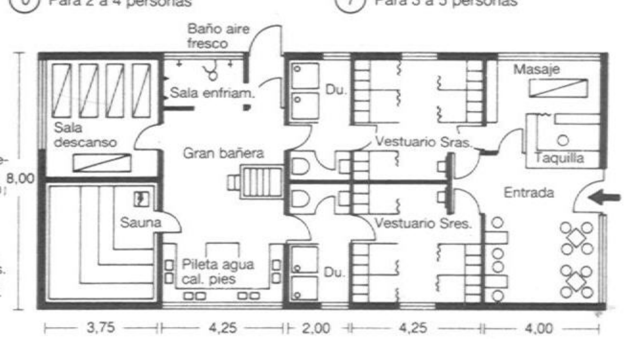
Instalaciones deportivas



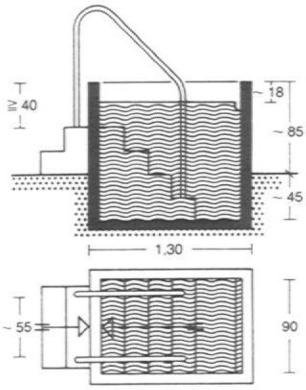
(8) Sección



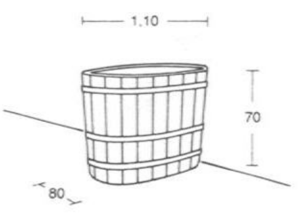
(9) Sección transversal de una sauna con calefacción indirecta (Bemberg)



(10) Planta de una sauna para 30 personas



(11) Gran bañera



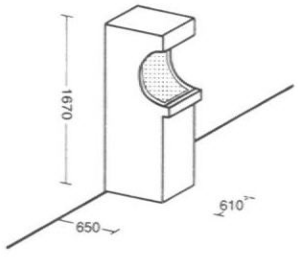
(12) Gran barreño

Rendimiento en	Dimensiones de las estufas en cm						Secc. tuberías	Vol. cabinas
	1			2				
KW	L	A	H	L	A	H	mm^2	m^3
3	43	13	50				3×2,5	2–3
4,5	43	26	55	51	33	62	5×2,5	4–6
6	43	26	55	51	33	62	5×2,5	6–10
7,5	43	26	55	51	33	62	5×2,5	8–12
9	43	26	55	51	33	62	5×2,5	10–16
10,5				51	33	62	5×2,5	12–17
12	69	35	62				5×2,5	14–18
15	82	35	62				5×4	16–22
18	82	35	62				5×6	18–24
21	108	35	62				5×6	20–28
24	108	35	62				5×10	25–40

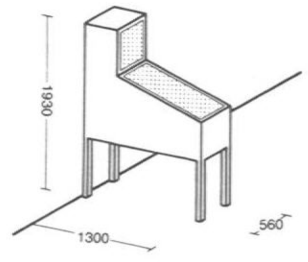
(14) Superficie necesaria. Tamaño salas

Superficie necesaria por persona	
Vestuario Lavado previo Sauna Sala de enfriamiento Sala de descanso	0,8 – 1,0 m² 0,3 – 0,5 m² 10,5 – 0,6 m² 1,0 – 1,5 m² 0,3 – 0,6 m²
Baño de aire fresco	> 0,5 m²
Masaje	6–8 m²/Banco
Dimensiones salas. Ej. para 30 personas	
Vestuario Lavado previo Sauna Sala de enfriamiento Sala de masaje Sala de descanso	24 – 30 m² 9 – 15 m² 15 – 18 m² 30 – 45 m² 12 – 18 m² 9 – 18 m²
Vestibulo, aseos, pasillos	99 – 144 m² + 21 – 35 m²
Baño de aire 20-50 m²	120 – 179 m²

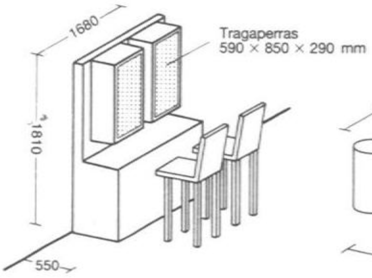
(15) Datos técnicos de los aparatos de una sauna



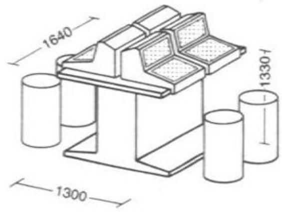
(1) Máquina con pantalla



(2) Millón



(3) Máquina tragaperras



(4) Máquina de juegos de cartas

Las máquinas recreativas que ofrecen premios en metálico están sometidas a una reglamentación especial.

Sólo si cumplen dicho reglamento pueden colocarse en salas de juego o locales similares.

Por cada 15 m² se puede colocar como máximo 1 máquina. Sin embargo, en un mismo recinto no pueden instalarse más de 10 máquinas → (9).

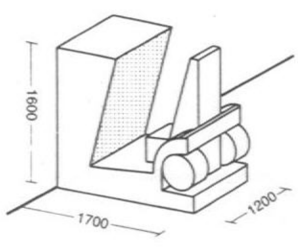
Al calcular la superficie no se pueden incluir los almacenes, pasillos, aseos, vestíbulos y escaleras.

Al proyectar una sala de juego, además de cumplir las ordenanzas correspondientes, se han de respetar determinados aspectos urbanísticos.

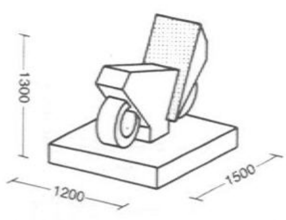
Las salas de juego están permitidas en los núcleos de población como locales recreativos. Excepcionalmente pueden ser autorizados en todas las zonas habitadas, en las que se permiten locales no molestos. En las salas de juegos también pueden colocarse máquinas que ofrezcan premios en objetos. Otros juegos, sólo cuando el premio sea en metálico.

En las salas de juego no pueden organizarse juegos libremente sin ser autorizados. Las salas de juego contiguas pueden compartir los mismos lavabos → (9).

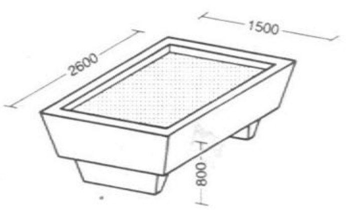
Las salas de juego tipo «Paschinko» usuales en el Japón, no están autorizadas en Alemania. Las fichas ganadas durante el juego pueden cambiarse en la caja por los premios correspondientes.



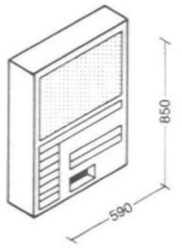
(5) Simulador de conducción



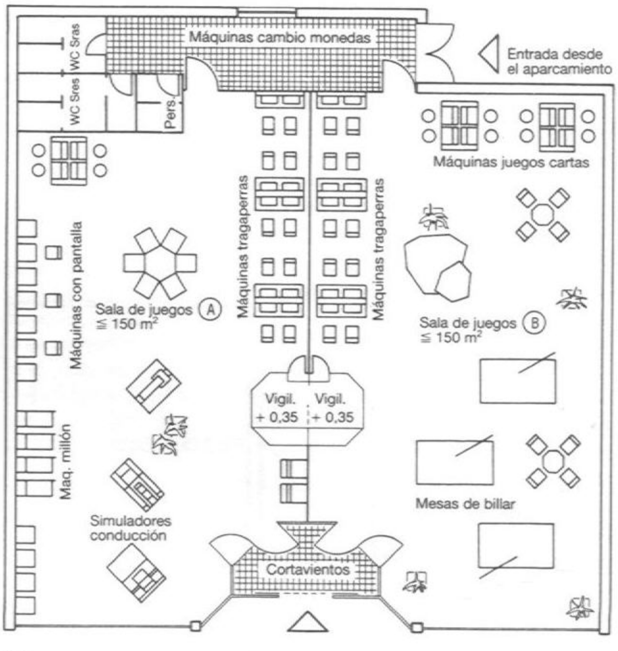
(6) Simulador de conducción



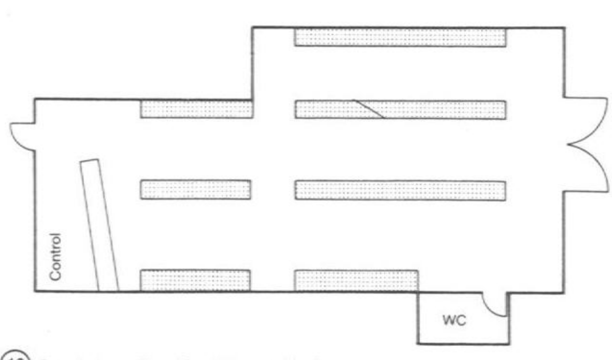
(7) Mesa de billar



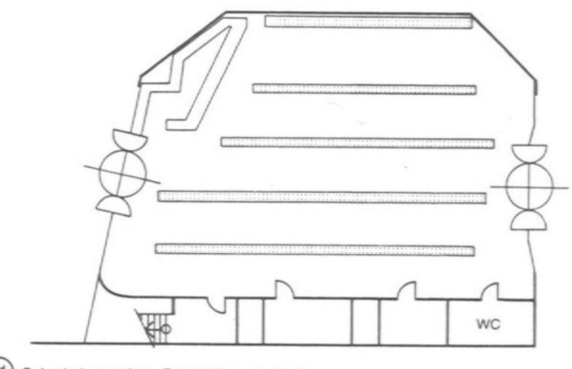
(8) Máquina para cambiar moneda



(9) Planta de una sala de juego (A) + (B)



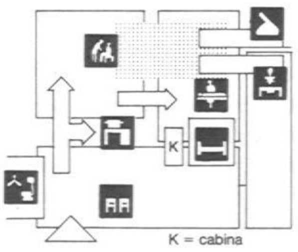
(10) Sala de juego tipo «Paschinko» en Japón



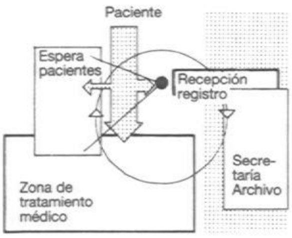
(11) Sala de juego tipo «Paschinko» en Japón



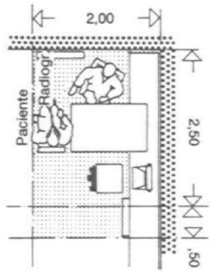
(1) Solución mínima para una consulta médica individual



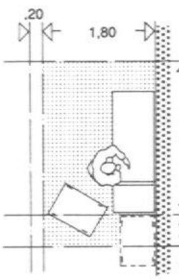
(2) Solución normal para una consulta médica individual



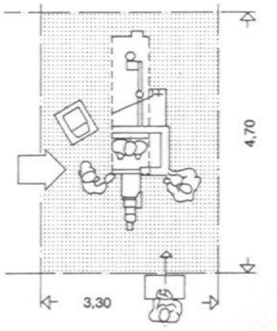
(3) Recepción como esclusa e instrumento de control del recorrido de los pacientes



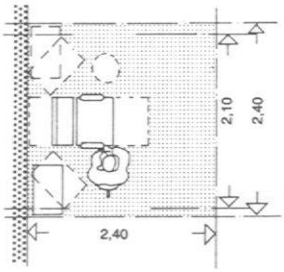
(4) Espacio mínimo para realizar entrevistas médicas



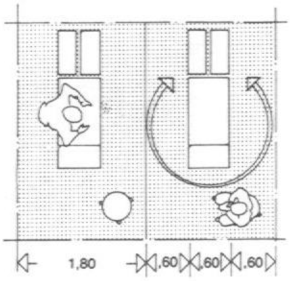
(5) Espacio mínimo para explorar a un paciente tumbado



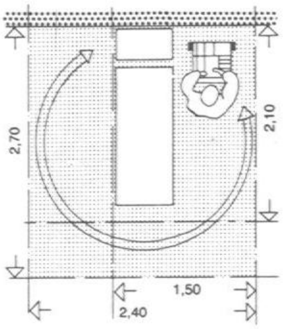
(6) Aparato de rayos X con mesa de mandos



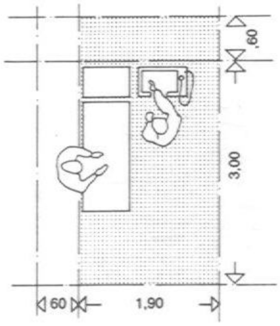
(7) Espacio mínimo para extracciones de sangre



(8) Hilera de camillas para masaje



(9) Espacio mínimo para electrocardiogramas



(10) Espacio necesario para ultrasonidos

CONSULTAS MÉDICAS

→

Consulta individual

Las consultas médicas, tanto de medicina general como de una especialidad determinada, suelen ser individuales. Tradicionalmente se caracterizan por salas de espera sobresaturadas, largo tiempo de espera y a menudo por una decoración poco adecuada; es consecuencia de la falta de planificación y de su instalación en el interior de una antigua vivienda u oficina. Actualmente la creciente demanda de servicios médicos, el tiempo limitado de los médicos, así como el deseo de realizar tratamientos terapéuticos en la propia consulta, ha inducido a optimizar las consultas médicas, agrupándolas y organizando grupos de médicos.
A pesar de esta tendencia, continúan siendo necesarias las consultas individuales, ya que en las zonas con poca densidad de población cumplen la función de asistencia primaria, por tanto es preciso una planificación especializada.

La forma más sencilla de consulta individual está separada en una zona de **tratamiento médico** y otra zona de **espera para los pacientes.** La zona de espera debería tener un guardarropa y un aseo, la zona médica un lugar o habitación para entrevistas, un laboratorio y una habitación de tratamiento. Una consulta de este tipo, podría llevarla, en caso de necesidad, el médico solo.
Con la contratación de personal especializado se puede establecer una diferenciación en la zona de tratamiento médico, subdividiéndola en una zona de entrevistas y exploraciones, una zona de tratamiento de recuperación sin asistencia médica y una zona de diagnóstico; así se puede aumentar el rendimiento y el número de pacientes visitados.

Esta organización de la consulta corresponde a la solución estándar para las consultas individuales. Se puede ampliar con una zona de **tratamiento extra–médico,** por ejemplo, fisioterapia, con lo que se hace necesario construir un espacio adicional y emplear a más personal. Las ampliaciones se han de valorar con gran precisión, pues fácilmente pueden aparecer discordancias entre el aprovechamiento de los aparatos médicos y los plazos de amortización. El tamaño de la sala de espera depende del número de salas de tratamiento y de la frecuencia de las visitas, que a su vez está relacionada con la especialidad médica correspondiente. Cerca de la entrada, de la recepción y del aseo se han de prever unos colgadores para ropa.

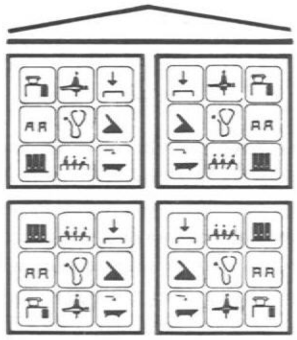
El tamaño de la **recepción** depende del grado de amortización, pero al menos debería tener 6,00 m². Desde recepción se debería ver la sala de espera, la entrada y la salida. Es conveniente que esté lo más cerca posible de la secretaría, el archivo y la zona médica, ya que en esos puntos se encuentran las instalaciones de telefonía, interfonos y los medios mecánicos de transporte.

La **sala de entrevistas** debería tener al menos 6,00 m² y estar aislada acústica y ópticamente. Está pensada para redactar historiales médicos, aconsejar a los pacientes, estudiar el resultado de los análisis y prescribir tratamientos terapéuticos.

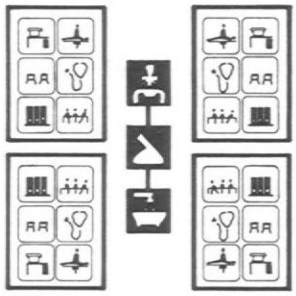
El tamaño de las **salas de exploración** varía considerablemente según se tenga que tratar a los pacientes sentados o tumbados. El equipo básico consiste en una silla o una cama para el paciente, un taburete de altura regulable y una mesa de instrumental. Debe disponer del espacio suficiente para que puedan moverse con comodidad el médico y el paciente. El tamaño de las **salas de exploración especializadas** (terapia, rayos X, extracción de sangre) depende de los instrumentos, aparatos, sillas y dependencias auxiliares necesarios. Estas salas generalmente necesitan una cabina para desnudarse antes de entrar en ellas (1,5 m²).

→ 🕮

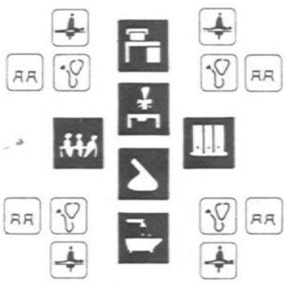
La creciente especialización médica, tiende a agrupar las consultas en centros médicos y de diagnóstico, que ofrecen una oferta médica más amplia. Las ventajas para el paciente consisten en un tiempo de espera menor, mejores posibilidades de diagnóstico entre varios médicos, así como mayor disponibilidad de los médicos para visitas a domicilio. Los inconvenientes son que el paciente pierde, en parte, la libertad para elegir al médico, y puede sentir temor de verse reducido a un número y de perder intimidad. Para el médico, las ventajas son la introducción de una regulación del tiempo de trabajo, el intercambio de experiencias y la mayor seguridad que conlleva; a ello se le oponen una limitación en la libertad personal, el posible choque de intereses, la disponibilidad limitada del personal conjunto, así como una pérdida de contacto con el paciente. Los **consultorios médicos** son una agrupación de dos o más médicos para realizar una actividad profesional, compartir el personal, las salas y los aparatos médicos. En oposición a ello existen, a menudo, **«centros médicos»**, una mera yuxtaposición de consultas individuales sin posibilidades de racionalización. Otra forma de colaboración profesional consiste en las **cooperativas de aparatos**, en las que los médicos tratan a sus pacientes igual que en las consultas individuales, pero pueden recurrir a aparatos comunitarios con el correspondiente personal especializado. El efecto racionalizador se puede aumentar si abarca otros aspectos además de los meramente médico-técnicos. Estas **cooperativas médicas** suponen un claro ahorro de espacio y una mayor eficacia en el empleo de los medios auxiliares, al poder compartir salas de rayos X y laboratorios, así como la administración y el personal. Pueden estar formadas, tanto por médicos de la misma especialidad como de diferentes especialidades, en este último caso sólo son factibles si previamente se ha analizado con claridad el funcionamiento y la rentabilidad para que las diferentes salas de exploración y tratamiento médico no se infrautilicen. Se han de tener en cuenta las disposiciones deontológicas de los diferentes países, que en algunos casos pueden no autorizar la formación de tales cooperativas por limitar la «libre elección del médico».



(1) «Centro médico» esquematizado



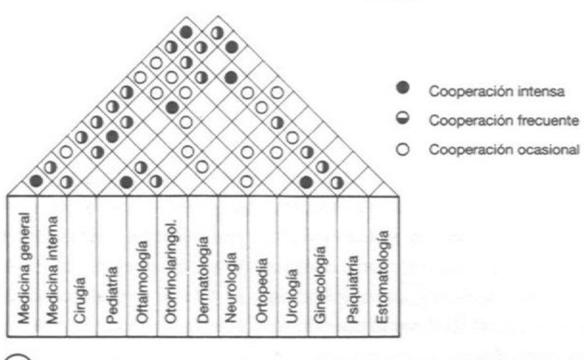
(2) «Centro de aparatos» esquematizado



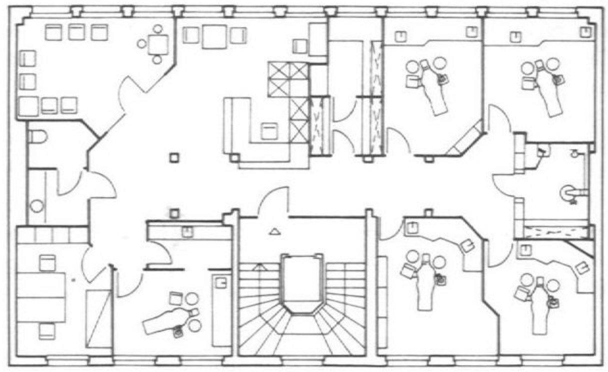
(3) Cooperativa médica, integración en un mismo espacio



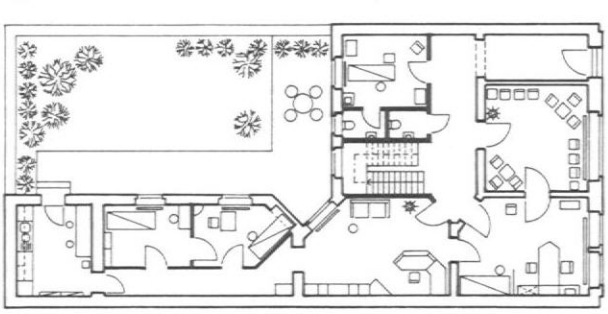
(4) Cooperativa médica, integración en un mismo espacio y organización común



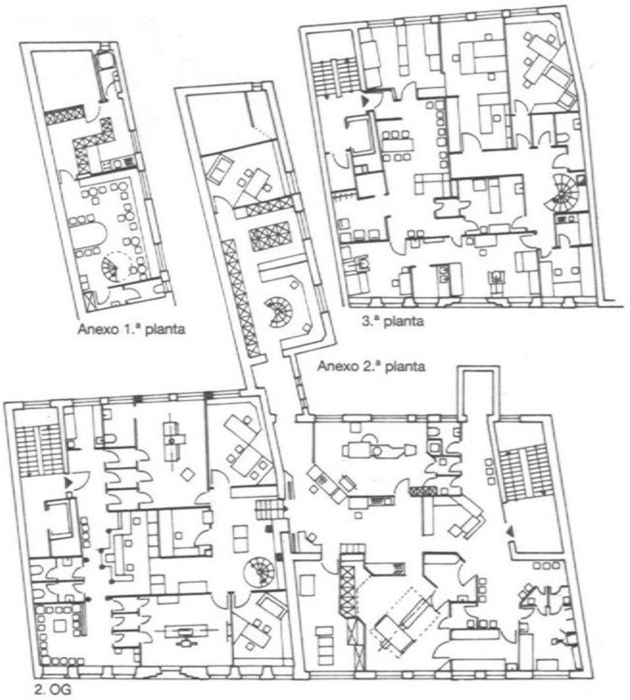
(5) Esquema de cooperación entre diferentes especialidades médicas



(6) Consulta de estomatología 1.ª planta — Arq.: M. Goetz



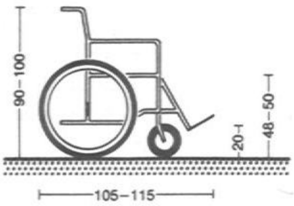
(7) Consulta médica individual — Arqs.: Duo Design



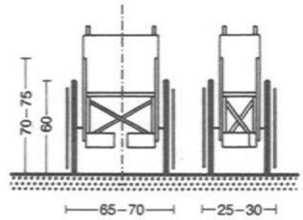
(8) Instituto de radiología 2.ª planta — Arq.: Monz

Hospitales

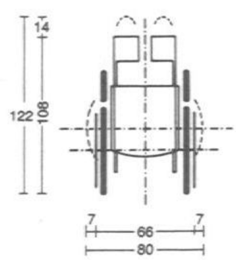
según D.P. Philippen → DIN 18024, 18025



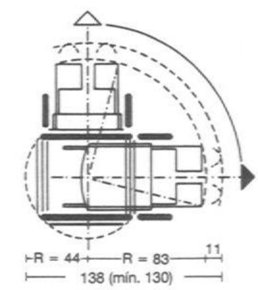
① Alzado lateral de una silla de ruedas estándar



② Alzado frontal y plegada



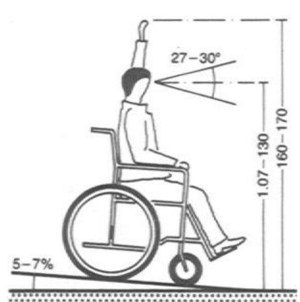
③ Planta



④ Espacio de movimiento

Proyectar un entorno respetuoso con los minusválidos exige adaptarse a sus medios auxiliares y proporcionarles el espacio de movimiento necesario. El módulo básico es la silla de ruedas → ① – ④ y el espacio de movimiento mínimo correspondiente → ⑨ – ⑫. A partir de estos datos se obtienen las medidas de las habitaciones y la anchura de puertas y pasillos → ⑬ – ⑯. En el proyecto se ha de tener muy en cuenta el recorrido hasta el inodoro, cuántas puertas deben abrirse y cuántos interruptores de luz deben accionarse. Se deben aprovechar al máximo todos los medios técnicos disponibles, p.e. resortes magnéticos en las puertas. Todos los interruptores, tiradores, grifos, automatismos, teléfono, rollo de papel higiénico, mandos del ascensor, etc. se han de situar al alcance de la mano con el brazo extendido o ligeramente doblado → ⑨ – ⑫. Los recorridos de acceso a un edificio deben ser cortos y tener una anchura entre 1,20 y 2,00 m. Las rampas deberían ser preferentemente rectas y su pendiente no superior al 5–7 %, ni de más de 6 m de longitud → ⑤. Anchura libre de una rampa entre los pasamanos: 1,20 m (1,64) → p. 480. Anchura pasillos: ≧ 1,30 m, mejor 2 m. Anchura libre de paso en las puertas: 0,95 m. Altura de los interruptores de luz y enchufes: 1,0–1,05 m. Emplear mecanismos grandes.

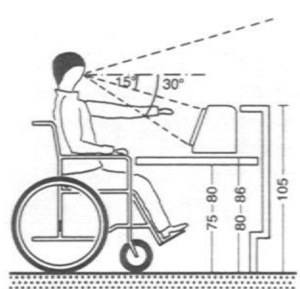
Además de todo lo anterior, la planificación urbana ha de crear los medios necesarios para que los minusválidos puedan acceder a todos los equipamientos de uso cotidiano, como supermercados, restaurantes, estafetas de correos, buzones, farmacias, centros médicos, aparcamientos, paradas de tranvía y autobús, etc.



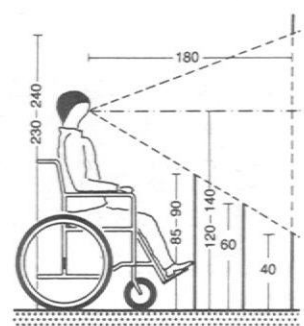
⑤ Silla de ruedas en plano inclinado



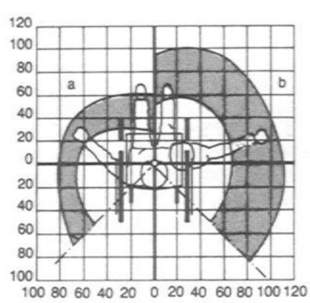
⑥ En una escalera



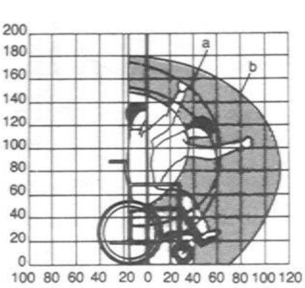
⑦ Espacio de trabajo delante de un monitor



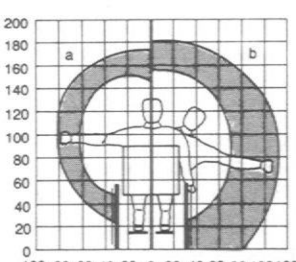
⑧ Junto a una ventana



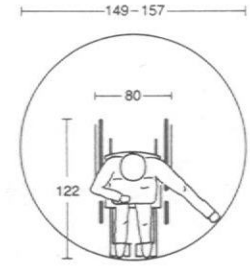
⑨ En planta



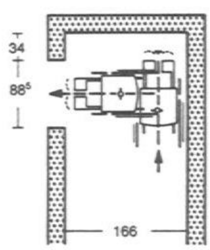
⑩ En alzado



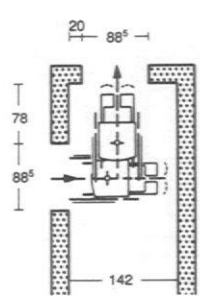
⑪ Desde atrás



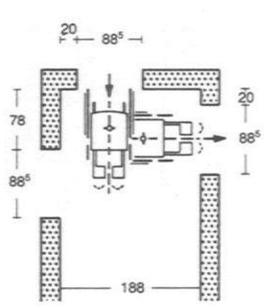
⑫ Espacio mínimo de giro



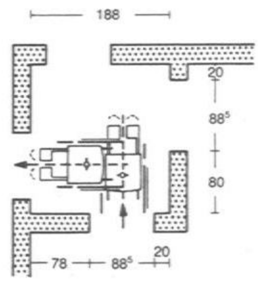
⑬ Anchura de paso con 1 puerta



⑭ Con 2 puertas

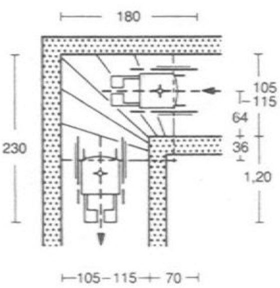


⑮ Con 3 puertas

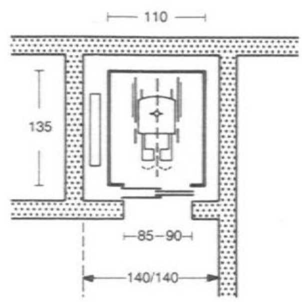


⑯ Con 4 puertas

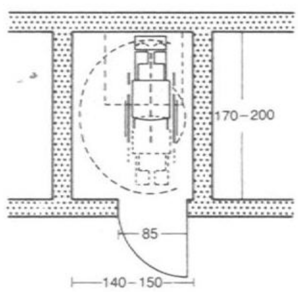
Hospitales



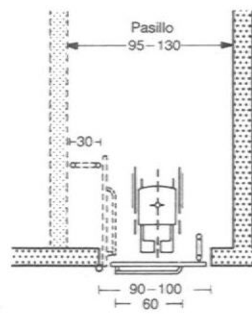
(1) Espacio mínimo en escaleras y pasillos



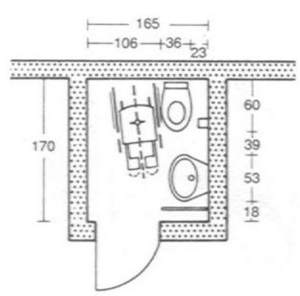
(2) Ascensor



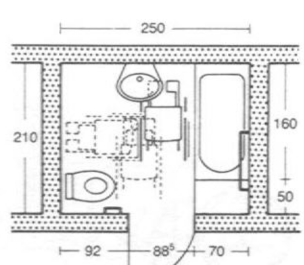
(3) Cabina de teléfono



(4) Abrir y cerrar puertas



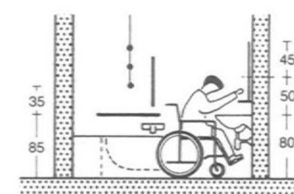
(5) WC para minusválidos en silla de ruedas



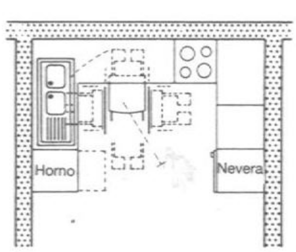
(6) Medidas del cuarto de baño



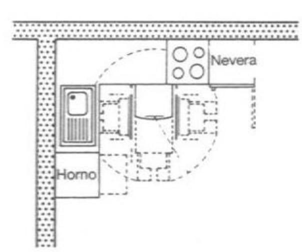
(7) Sección de (6)



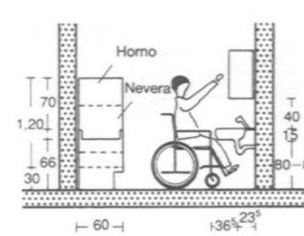
(8) Sección longitudinal de (6)



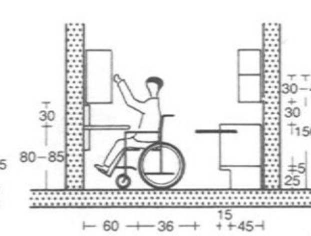
(9) Cocina en forma de U



(10) Cocina en forma de L



(11) Medidas en la zona de lavado, horno y nevera



(12) Medidas en la cocina

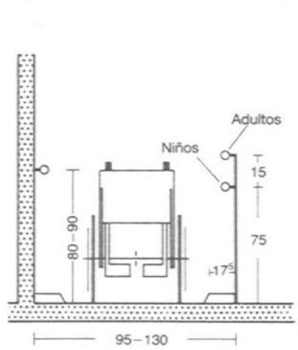
Para los minusválidos es aún más importante que su vivienda sea funcional y esté bien distribuida porque, en general, suelen pasar en ella más tiempo que otras personas. Para los minusválidos en silla de ruedas las superficies de trabajo han de estar diseñadas de manera que la silla de ruedas quepa por debajo → (12); son favorables las superficies de trabajo en forma de U o L → (9) – (10).

Para girar 180° el usuario de una silla de ruedas necesita 138 cm en sentido transversal y 170–180 cm en sentido longitudinal. Este espacio de giro determina el tamaño y las superficies de movimiento en los pasillos → (4), en las salas de estar y en los dormitorios, entre los muebles de la cocina → (9) – (12) y en los lavabos → (5) – (8).

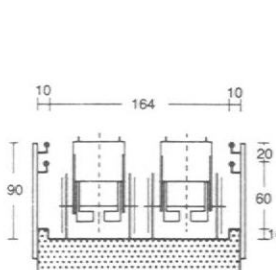
En la norma DIN 18025/1 se fija un espacio de giro de 140 × 140 cm, lo que únicamente es suficiente si el giro de 180° se efectúa en dos fases, o si los límites dejan 30 cm más de espacio para que se muevan los pies.

Los lugares para dejar una silla de ruedas en la entrada de un edificio, o en el interior de una vivienda, han de tener una profundidad de 150 cm y una anchura de 175 cm. Se utiliza para pasar de la silla doméstica a la silla de calle.

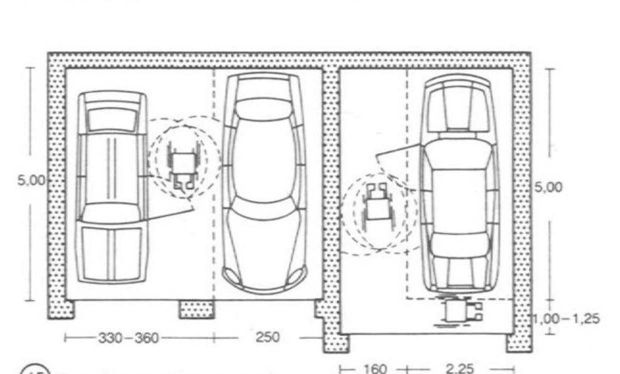
En los garajes debería dejarse un espacio libre entre el coche y la puerta, de unos 100–125 cm, para poder acceder en silla de ruedas al maletero → (15). Las escaleras han de tener pasamanos a ambos lados que continúen más allá del último peldaño → (13) – (14), han de ser rectas y tener una relación de 16 × 30 cm. Entre pisos con gran diferencia de altura se han de construir rellanos intermedios.



(13) Medidas en pasillos y pasos

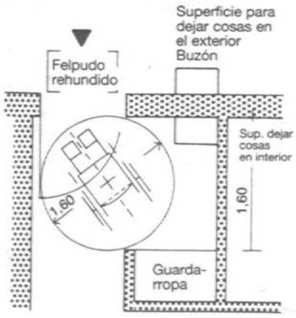


(14) Sección por una rampa

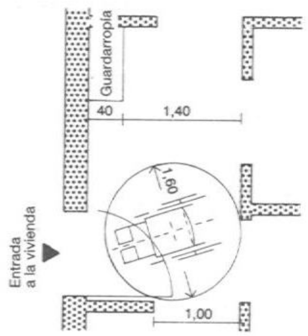


(15) Espacio necesario en un garaje

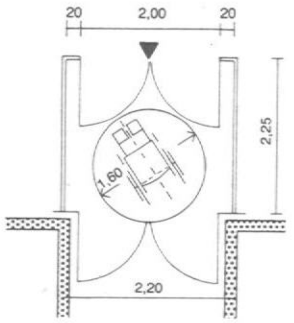
Hospitales



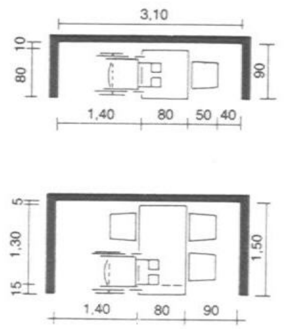
(1) Vestíbulo profundo con guardarropa profundo



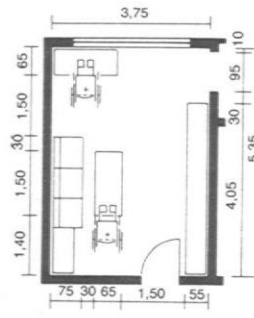
(2) Acceso en diagonal



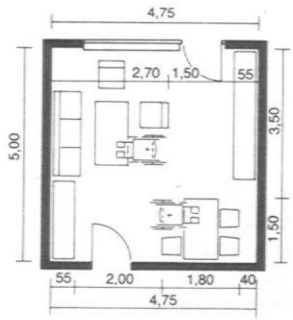
(3) Cortavientos con puerta de dos hojas



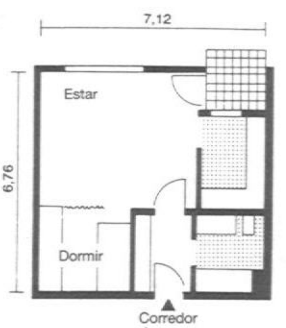
(4) Disposición de la mesa de comer para 2 a 4 personas



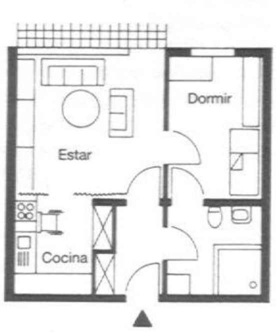
(5) Sala de estar, sin comedor, para 4 personas (20,06 m²)



(6) Sala de estar, con comedor, para 4–5 personas (23,75 m²)



(7) Vivienda de estancia única para minusválidos en silla de ruedas



(8) Vivienda de dos estancias

CONSTRUIR PARA LOS MINUSVÁLIDOS

VIVIENDA →

Acceso. En los edificios de viviendas de alquiler el acceso a través de pasillos es la solución más corriente. Se ha de evitar la proliferación de ángulos y esquinas, intentando conseguir un pasillo recto. En las viviendas unifamiliares se ha de dar suficiente amplitud al cortavientos, incluyendo un guardarropa. La experiencia ha demostrado que las medidas mínimas fijadas en la norma DIN 18025, son a menudo demasiado pequeñas. La medida mínima para pasillos de entrada debería ser 1,50 × 1,50 m, para un cortavientos con puerta de una hoja, 170 × 1,60 m. Como equipo adicional para habitantes ciegos es importante prever un interfono en la entrada de la vivienda y en la puerta del edificio.

Zona de estar. En las salas de estar ha de procurarse suficiente espacio de movimiento para las sillas de ruedas. Ha de existir suficiente espacio para dos o tres usuarios más en silla de ruedas, ya que los minusválidos suelen tener contacto entre ellos. Para los ciegos se ha de prever espacio adicional para libros en Braille y un magnetófono. Los libros en Braille ocupan unas 3 veces más que los libros convencionales. Los minusválidos que viven solos necesitan comparativamente más espacio que los minusválidos en viviendas compartidas. Las salas de estar con comedor deberían tener la siguiente superficie: en viviendas para 1 persona: 22 m²; para 2 a 4 personas: 24 m²; para 5 personas: 26 m²; para 6 personas: 28 m². Si se ha de añadir un puesto de trabajo adicional, las superficies anteriores deben incrementarse en 2 m².

Cocina. En las cocinas es muy importante una planificación funcional, para poder aprovechar al máximo las capacidades de los minusválidos. Las funciones básicas de guardar, preparar, cocinar y lavar se han de ordenar correctamente entre sí y, a ser posible, sin espacios intermedios. El puesto para cocinar, la superficie principal de trabajo y el fregadero han de estar tan juntos como sea posible. Las superficies de almacenamiento han de ser accesibles a las personas en silla de ruedas y no se han de instalar armarios altos. La zona de alcance horizontal es de unos 60 cm, la zona útil en vertical se encuentra entre 40 y 140 cm. La altura óptima de trabajo se ha de fijar en cada caso, aunque como media se puede establecer los 85 cm.

Viviendas unifamiliares. Las viviendas unifamiliares aisladas y de una planta, así como las viviendas adosadas con patio, también de una sola planta, son el tipo más adecuado para los minusválidos. En ellas es más fácil cumplir los requisitos que necesitan: entrada sin peldaños, espacios de la vivienda al mismo nivel que el jardín, se pueden diseñar secuencias de espacios sin puertas, diseño funcional de los diferentes espacios, etc. También las viviendas unifamiliares de dos plantas son apropiadas para los minusválidos en silla de ruedas, si se introduce un medio de transporte vertical adecuado (ascensor, silla de tracción eléctrica en la escalera).

Edificios de viviendas. La incorporación de minusválidos en edificios normales de viviendas es la solución más indicada desde el punto de vista social, ya que se evita su marginación. La reconversión de viviendas convencionales en viviendas para minusválidos nunca es rentable económicamente. Lo mejor es situar las viviendas para minusválidos en la planta baja, evitando así que tengan que utilizar los medios de comunicación vertical.



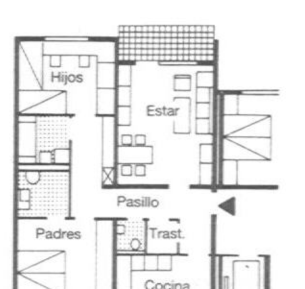
(9) Anexo para minusválidos en una casa pareada existente. Rampa para salvar el desnivel



(10) Instalación de un ascensor para minusválidos



(11) Vivienda de 3 personas para minusválidos



(12) Vivienda de 4 personas para minusválidos

CONSTRUIR PARA LOS MINUSVÁLIDOS

DIN 18011, 18022 →

Como al construir edificios de nueva planta no se tienen en cuenta las necesidades de los minusválidos, a menudo surge la necesidad de transformar una vivienda convencional en una vivienda apta para minusválidos. La condición de partida es que disponga de una superficie amplia y que las posibilidades de transformación sean sencillas. Entre las **medidas de transformación** se encuentran: modificar la distribución, limitada por la estructura del edificio; introducir cambios en las instalaciones y en los aparatos sanitarios; medidas adicionales, como construir rampas, instalar ascensores y ampliar la instalación interior de electricidad. La envergadura de la transformación depende del grado de minusvalía del futuro usuario, así como su ámbito de actividad en el interior de la vivienda. Por ello, las medidas de transformación son a menudo muy específicas y se han de acordar en colaboración con el propio minusválido. Se ha de prestar especial atención al acceso desde la calle, a los posibles cambios de pavimento y a la creación de una plaza de aparcamiento con posibilidades de descenso para un minusválido en silla de ruedas.

Edificios apropiados. Antes de iniciar la transformación, se ha de realizar un análisis de la vivienda existente, de su distribución en planta y de la estructura del edificio. Las más adecuadas son las viviendas en planta baja con espacios amplios, ya que es más económico construir las rampas adicionales e introducir las modificaciones necesarias en las instalaciones que pueden afectar al sótano.

Amplitud de las medidas de transformación. Se ha de distinguir entre tres grupos de minusválidos con los correspondientes requisitos mínimos:

– Miembros minusválidos de una familia (padre, madre, hijos), que realizan un trabajo fuera de casa. En este caso las transformaciones afectan al acceso del edificio/vivienda, conseguir suficiente espacio de movimiento én la sala de estar y en el dormitorio y cumplir determinados requisitos en el baño.

– Personas minusválidas que realizan determinados trabajos domésticos. En este caso se han de adoptar medidas adicionales que afectan al conjunto de la vivienda y, en especial, a la cocina para facilitar el trabajo doméstico.

– Personas con una gran minusvalía, que no son independientes, o sólo en parte, y que por lo tanto dependen de la ayuda de otras personas. Sobre todo se ha de facilitar el cuidado y traslado de minusválidos en silla de ruedas. Las camillas y sillas de ruedas necesitan mucho espacio para moverse.

Comparación entre el tamaño de las viviendas. Mientras que las residencias para ancianos no necesitan más superficie que las viviendas normales (en este caso las transformaciones afectan a la anchura de las puertas y a conseguir una determinada superficie útil), las superficies para las personas ciegas y minusválidas en silla de ruedas se han de volver a dimensionar. La norma DIN exige espacios adicionales para estas viviendas: baños para minusválidos en silla de ruedas, y espacio adicional de estar para los invidentes.



(1) Vivienda pareada antes de su transformación → (2)



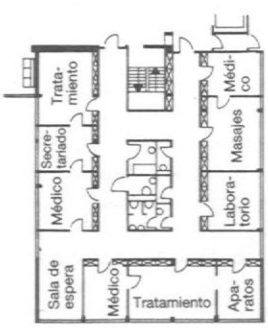
(2) Vivienda pareada después de ser adaptada para minusválidos



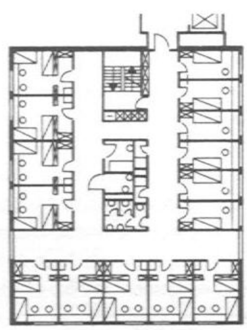
(3) Vivienda de 1 estancia y 1 1/2 habitaciones antes de ser transformada (niño ciego) → (4)



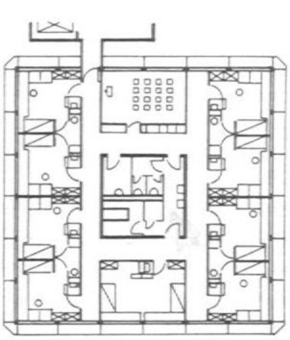
(4) Vivienda de una estancia y dos habitaciones después de ser transformada



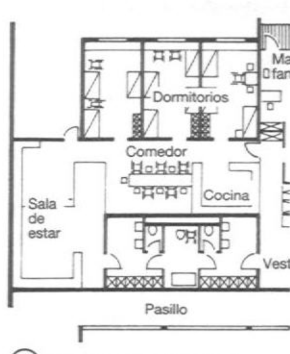
(5) Centro de fomento del empleo en Heidelberg. Planta baja → (6)



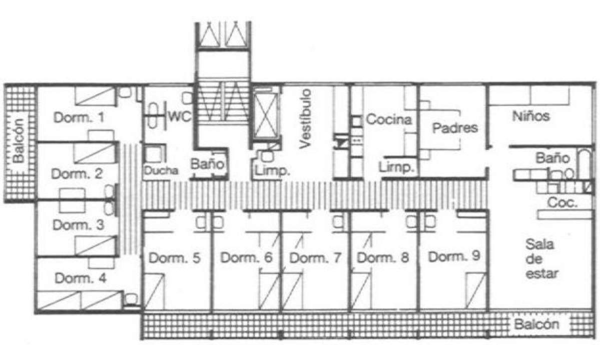
(6) Centro de fomento del empleo en Heidelberg. Planta piso



(7) Centro de capacitación laboral, Heidelberg



(8) Escuela especial, Etzenrot



(9) Residencia de inválidos, Berna-Tscharnergut 1.ª y 2.ª plantas

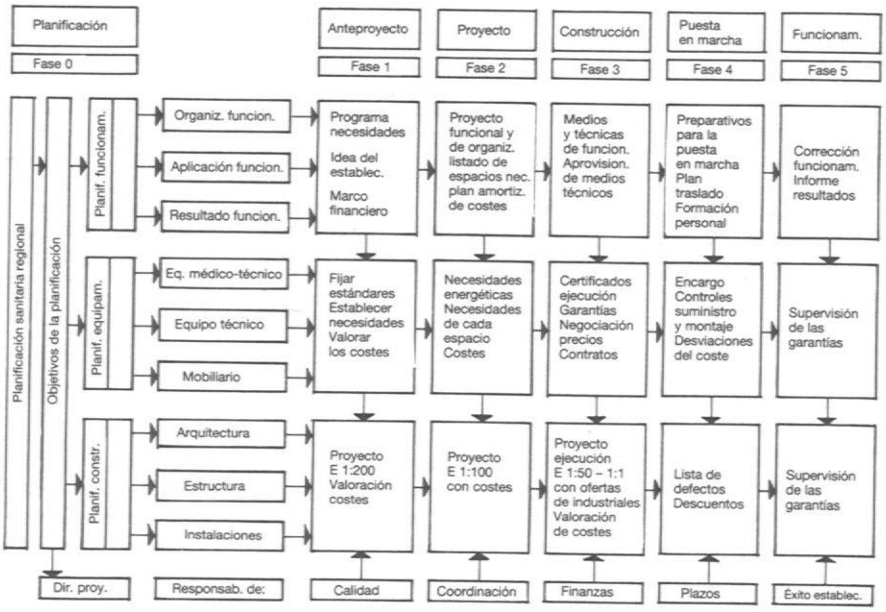
Vivienda	Vivienda para minusválidos m²	Vivienda normal m²
Apartamento para 1 persona	49,99	40,46
Vivienda para 2 personas	67,69	56,47
Vivienda para 3 personas	94,80	79,74
Vivienda para 4 personas	95,26	80,50
Vivienda para 1 persona	53,70	43,93
Vivienda para 4 personas	101,17	86,38
Vivienda para 3 personas	103,23	88,33

(10) Ejemplos de espacios antes/después de ser transformados en viviendas para minusválidos.



(11) Residencia de inválidos, Berna-Tscharnergut. Planta baja

Hospitales



(1) Ámbitos y fases de planeamiento en la construcción de un hospital

Planificación del funcionamiento: los costes de inversión que exige un hospital son extraordinariamente elevados, por lo que es importantísimo diseñar correctamente su funcionamiento y establecer el programa de necesidades con acierto para poder reducir los costes de personal y de estructura. Para minimizar el riesgo de tomar decisiones equivocadas de inversión y de una evolución desfavorable de los costes de funcionamiento, la planificación ha de contar, desde la primera fase del proyecto, con la colaboración de administración, promotores, médicos, arquitectos, técnicos especialistas y futuros administradores del hospital. El proyecto de construcción define la estructura, la forma, y el sistema de instalaciones, basándose en el funcionamiento planificado. El proyecto de organización se basa en los requisitos médico-técnicos.

Generalidades

Los hospitales son establecimientos dedicados a cuidar y dar asistencia a pacientes con enfermedades agudas o crónicas.
Los objetivos médicos pueden variar según el tipo y grado de asistencia, el número de especialidades y el tamaño de cada una de las secciones: unidades de tratamiento; unidades de prevención (profilaxis) y postratamiento (rehabilitación); exploraciones (diagnóstico) y tratamiento (terapia). También existen diferencias en cuanto a la intensidad de los cuidados médicos y a los estándares de alojamiento, así como en las precauciones sanitarias, en los cuidados psíquicos, en la formación y en la investigación.
Mientras que anteriormente los hospitales se proyectaban exclusivamente como establecimientos médico-quirúrgicos, en la actualidad se manifiesta una tendencia a humanizar las instalaciones sanitarias. Los hospitales modernos tienden hacia una estructura tipo hotel en cuanto a estancia de los pacientes. En ellos, es tan importante conseguir una atmósfera humana como cumplir estrictamente las exigencias médicas.

Estructura

Los hospitales generales se estructuran en los siguientes sectores funcionales: asistencia, exploración y tratamiento, aprovisionamiento, retirada de residuos, administración e instalaciones técnicas.
A estos sectores se añade una zona de viviendas, en muchos casos una zona de enseñanza e investigación, así como las correspondientes salas auxiliares.
Los sectores enumerados están claramente diferenciados en el funcionamiento interno del hospital. Lo importante es conseguir una rápida comunicación vertical y horizontal, manteniendo el mayor grado de sectorización posible.
La organización de cada uno de los sectores de funcionamiento está en estrecha relación con el tipo constructivo elegido.

Tipos

Los hospitales se pueden subdividir en muy pequeños (hasta 50 camas), pequeños (hasta 150 camas), normales (hasta 600 camas) y grandes hospitales. En la actualidad prácticamente ya no se construyen hospitales muy pequeños ni muy grandes; la tendencia actual consiste en crear una distribución adecuada de hospitales de tamaño medio. Pueden ser de propiedad pública, privada o cooperativas.
Los hospitales se dividen según su función en hospitales generales, hospitales especializados y clínicas universitarias.

Clínicas universitarias

Las clínicas universitarias, junto con los grandes hospitales generales, son los establecimientos sanitarios que ofrecen mayores servicios y disponen de unas instalaciones de diagnóstico y terapia especialmente amplias, debido a la constante realización de trabajos de investigación y docencia. Las aulas y salas de demostraciones se han de ordenar de manera que la presencia de alumnos no afecte al buen funcionamiento del hospital. Se han de proyectar habitaciones más grandes para las visitas con alumnos.
Los requisitos de las clínicas universitarias exigen, a menudo, redactar un programa de necesidades especial.

Hospitales especializados

Están orientados a determinados tipos de tratamiento o grupos de enfermos: hospital de accidentados, clínica de rehabilitación, clínica ortopédica, clínica maternal. También son frecuentes los sanatorios para tuberculosis, oncológicos, neurología, etc.; o una combinación de balneario, centro de rehabilitación y residencia de ancianos.
A medida que se intensifica la especialización de la medicina, crece el número de estos hospitales.

Camas necesarias

En la actualidad (en Alemania) por cada 1000 habitantes se considera la siguiente distribución de pacientes por año:

Hospitales	de enfermedades agudas:	173,8
En total: 199,2	para enfermos crónicos:	25,4

Y por cada 1000 habitantes el número de camas es el siguiente:

Hospitales	de enfermedades agudas:	7,6
En total: 11,1	para enfermos crónicos:	3,5

La estancia media (en días) de un paciente en los hospitales alemanes durante 1985 fue:

Hospitales	de enfermedades agudas:	13,9
Media: 18,0	para enfermos crónicos:	48,2

Planificación de las obras
La complejidad que implica construir un hospital exige una planificación sistemática de las obras a realizar, para alcanzar una buena coordinación y flexibilidad entre los heterogéneos colaboradores que intervienen en el proyecto. Un hospital construido abarca un amplio número de funciones: residencia, investigación (en las clínicas universitarias), docencia, industria, almacenamiento y administración.

Una adecuada metodología de proyecto debe satisfacer esta multiplicidad de funciones a través de un dimensionado correcto de los diferentes espacios e instalaciones.

El equipo de planificación, formado por arquitectos, médicos, enfermeras, ingenieros especializados y administradores, tiene que colaborar estrechamente durante todo el proceso de proyectación y construcción, ya que las técnicas médicas pueden cambiar y evolucionar considerablemente durante el tiempo de planificación, construcción y posterior funcionamiento para poder adecuar en cada momento las previsiones iniciales que podrían resultar insuficientes e incluso erróneas.

Desde las primeras reflexiones sobre la planificación de un hospital hasta su entrada en funcionamiento suelen transcurrir de 8 a 10 años. Este período de tiempo corresponde a una generación de equipamiento médico, por eso es un peligro real que el edificio quede obsoleto ya antes de entrar en funcionamiento si las obras siguen un proceso de planificación convencional.

Cada una de las cerca de 60 unidades de funcionamiento de un gran hospital puede cambiar radicalmente durante el período de proyecto y construcción. Por lo tanto, el proyecto ha de poder reaccionar de manera flexible a dichos cambios.

Los motivos que pueden exigir la modificación de un programa de necesidades son:

- cambios en los hábitos de trabajo del personal
- cambios en los tipos de enfermedades
- evolución científica de la medicina
- progresos en las técnicas médicas
- cambios en la formación de los médicos
- aspectos económicos del funcionamiento
- reformas en la política de sanidad
- cambios en la legislación hospitalaria
- cambios en las normas de construcción

Además se han de tener en cuenta todas las normas vigentes en cada caso y sus posibles modificaciones.

Vida media
La estructura, los elementos constructivos y el equipamiento tienen un período de uso diferente. En general, tras la ejecución de las obras, se estiman los siguientes períodos de utilización:

– equipamiento y mobiliario:	8–15 años
– elementos constructivos:	20–30 años
– estructura portante:	30–75 años

Una vez transcurrido dicho período se han de renovar los elementos correspondientes.

Rentabilidad
La flexibilidad del proyecto ante los cambios anteriormente mencionados, así como los recorridos cortos, la correcta secuencia de los trabajos, y el desarrollo funcional del programa de necesidades, repercuten en la rentabilidad del hospital.

Coste de las obras
El porcentaje de las diferentes partidas en el coste global de construcción es aproximadamente el siguiente:

– estructura:	15 %
– acabados interiores:	11 %
– fachadas:	6 %
– instalaciones técnicas:	58 %
– costes auxiliares:	10 %

La calidad funcional de la estructura y las instalaciones (pilares, muros portantes, conductos de instalaciones) —cuyo coste es relativamente bajo en comparación con la vida media del edificio— es mayor en tanto permitan una buena distribución espacial de las funciones previstas y de los posibles cambios.
El volumen construido en los hospitales generales se sitúa entre los 140 y 240 cm^3/cama y en todo caso no debería sobrepasar los 300 cm^3/cama.

Reglas de proyectación
Para evitar problemas durante las fases de planificación y construcción se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

- Reglas de proyectación para alcanzar una flexibilidad, es decir, la capacidad de adaptación del edificio a las funciones cambiantes manteniendo los elementos estructurales del edificio.
- Reglas de proyectación para alcanzar una variabilidad, es decir la capacidad de adaptación de un edificio a las funciones cambiantes variando los elementos no estructurales del edificio.
- Reglas de proyectación para alcanzar posibilidades de ampliación o reducción, es decir la capacidad de un edificio para adaptarse a un crecimiento o una reducción de las necesidades de superficie.

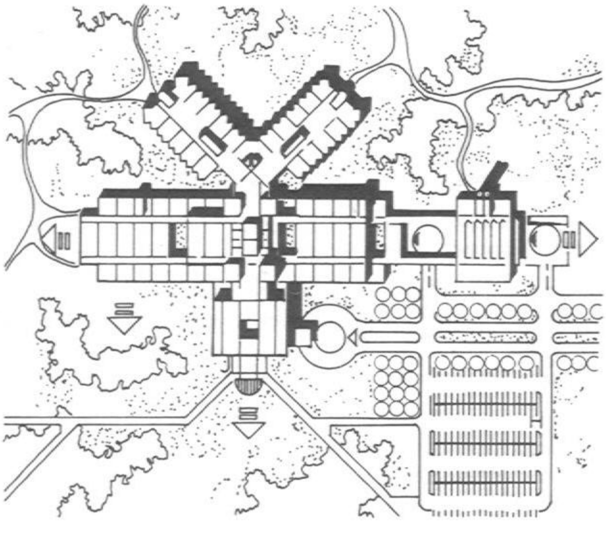
Fases de planeamiento
El cumplimiento de las reglas anteriores implica proceder por fases en el planeamiento:

- Fase A: decisiones sobre la estructura del edificio.
- Fase B: decisiones sobre la distribución de espacios.
- Fase C: decisiones sobre el equipamiento y el mobiliario.

Estas fases condicionan una separación consecuente entre la obra en sí y los trabajos de acabado.
De esta manera se puede ejecutar el grueso de la obra antes de fijar con detalle los contenidos funcionales e incorporar a la obra el necesario grado de actualización.

Orientación
La orientación más favorable para las salas de tratamiento es a norte, entre nordeste y noroeste.
Para las habitaciones de enfermos la mejor orientación es de sur a sudeste: sol agradable por la mañana, poca acumulación de calor, escasas medidas de protección solar, ambiente templado al atardecer.
Las salas orientadas al oeste o al este tienen un asoleo más profundo en verano, pero en invierno apenas tienen sol.
En los hospitales donde el tiempo medio de estancia de los pacientes es reducido, la orientación de las habitaciones es menos importante.
Algunas disciplinas determinadas exigen incluso habitaciones en la fachada norte, para que el paciente no reciba rayos directos de sol.

IDEAS DE PROYECTO → 📖



Modelo de un hospital
Propuesta de un modelo de hospital realizado en colaboración con HCP, Hentrich Petschnigg y colaboradores y el Instituto Alemán de Construcción de Hospitales. Posibilidad de ampliar el edificio en tres direcciones, separación entre los recorridos para peatones y ambulancias. Suministro de provisiones y retirada de residuos segregados de las restantes circulaciones del hospital.

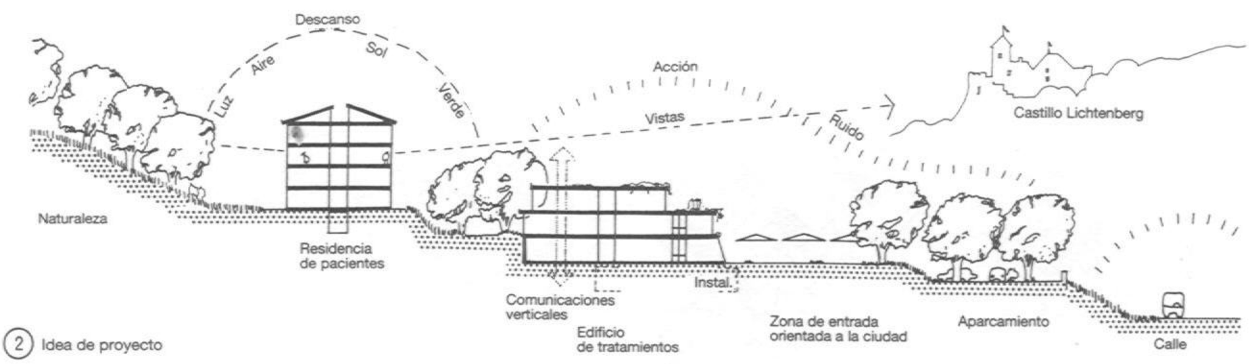
(1) Plano de situación de un hospital

Solar

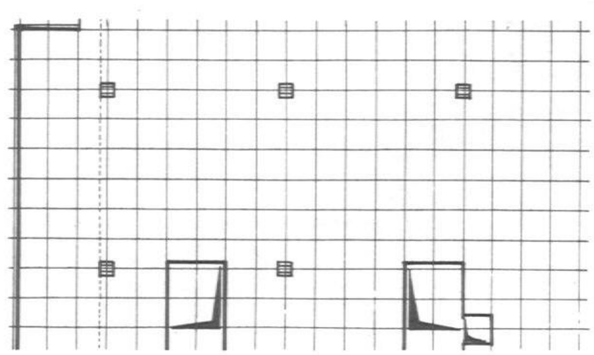
El solar debería ofrecer suficiente espacio para los diferentes sectores del hospital y una zona de viviendas. Exigencia básica: que sea un lugar tranquilo, que la legislación urbanística excluya una posterior urbanización molesta del entorno. No deberían existir influencias nocivas como niebla, viento, polvo, humos, olores e insectos. Debería disponer de suficiente espacio libre para futuras ampliaciones.

Hospitalización

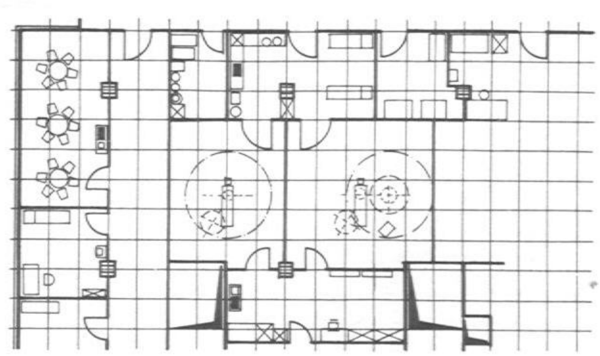
Con la concentración y centralización aumenta el peligro de infecciones en los hospitales. Para prevenirlo, además de medidas clínicas y médicas, se han de aplicar medidas arquitectónicas: la tipología de pabellones ya no tiene sentido desde el punto de vista del funcionamiento de un hospital; en la actualidad se concentran los diferentes ámbitos de trabajo, separando los recorridos sépticos de los asépticos y creando esclusas intermedias de separación. En la ejecución de los detalles se ha de evitar cualquier posibilidad de acumulación de polvo (salientes, encuentros en ángulo recto, puertas superpuestas, etc.). Se han de emplear materiales que puedan mantenerse limpios con facilidad.



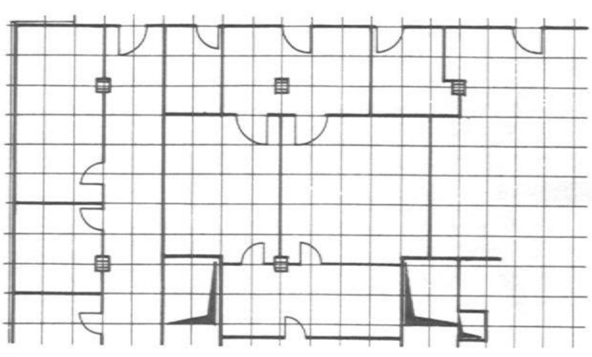
(2) Idea de proyecto



(3) Planta de estructura, fase A: se fija la estructura



(5) Plantas de acabado, fase C



(4) Planta de tabiquería, fase B: se fija la distribución

→ (3) Fase A: Planta de estructura.
La planta de estructura determina la obra bruta. Todas las medidas relevantes para la obra bruta quedan definidas aquí. Esta planta de estructuras ya no puede modificarse (retícula estructural), las modificaciones que se introduzcan posteriormente deberán concordar con ella.

→ (4) Fase B: Planta de tabiquería.
Partiendo de la planta de estructura y de la retícula establecida, ahora es el momento de fijar:
- la dimensión y situación de los pasillos
- la dimensión y situación de cada una de las salas
la planta de distribución se basa en la planta de estructura

→ (5) Fase C: Planta de acabados.
Los planos de acabados abarcan los planos de mobiliario por parte de los arquitectos y los planos de instalaciones por parte de los ingenieros especializados. Las plantas de acabados se basan en las plantas de distribución, que pueden ser modificadas por los cambios que se produzcan.

FORMAS CONSTRUCTIVAS → 📖

Pasillos principales

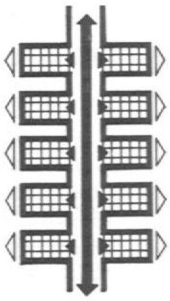
Al elegir el sistema de accesos de un edificio se ha de tener en cuenta la forma y su capacidad de ampliación. Básicamente existen dos maneras de ubicar los pasillos principales:

- pasillo principal abierto → ① – ⑨
- pasillo principal cerrado → ⑩ – ⑯

Mientras que un edificio con pasillos abiertos puede ampliarse con facilidad, en los edificios con pasillos cerrados su futura ampliación es más difícil. En cambio, estos últimos requieren una superficie comparativamente menor.

Grandes y pequeñas ampliaciones

Se entiende por «gran ampliación» la posibilidad de añadir nuevas alas al edificio principal. Con ello se pueden incorporar nuevas unidades de funcionamiento al edificio. En cambio, las pequeñas ampliaciones sólo implican la prolongación de una determinada unidad ya existente (unidad quirúrgica, de asistencia, etc.). Estas hipótesis de ampliación ya han de estar presentes en el momento de proyectar el conjunto hospitalario.



(1) Diferentes formas de pasillo principal y su influencia en la forma global del hospital



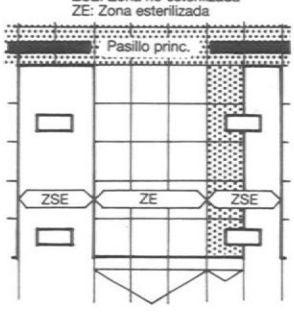
(2) → ①



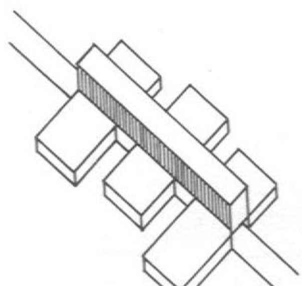
⇒ Gran ampliación
▷ Pequeña ampliación
▶ Acceso a las diferentes unidades

(3) → ①

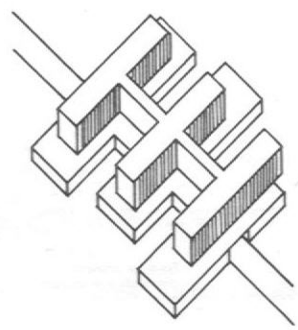
ZSE: Zona no esterilizada
ZE: Zona esterilizada



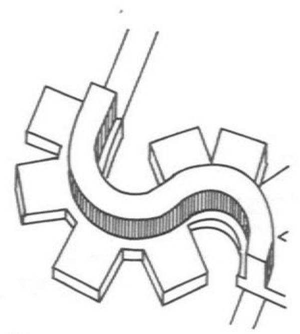
(4) Zona esterilizada, iluminada sólo por un lado; contiene superficies para las funciones principales



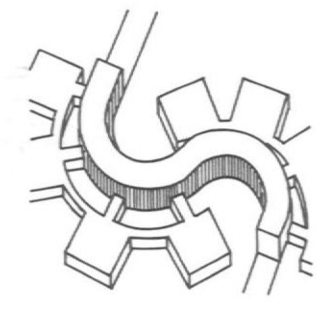
(5) – (8) Pasillo principal abierto



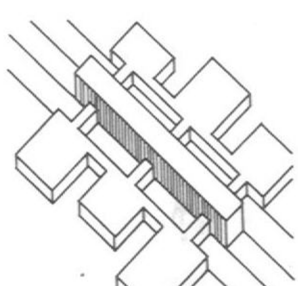
(6) Zona de tratamiento encima de las demás zonas



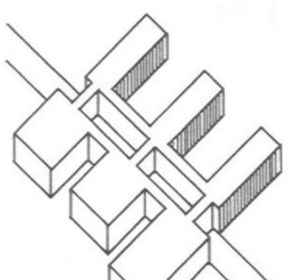
(7) → ⑤ + ⑥



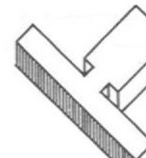
(8) Zona de tratamiento junto a las demás zonas



(9) Pasillo principal abierto, zona de tratamiento junto a las demás zonas



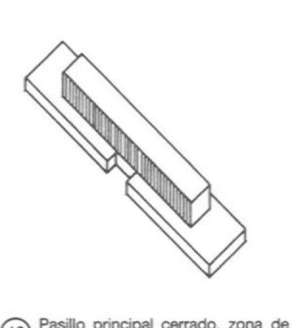
(10) → ⑨



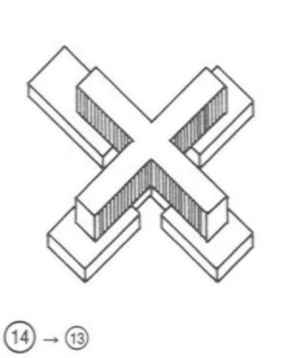
(11) Pasillo principal cerrado, igual que → ⑩



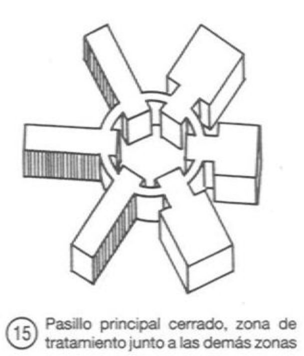
(12) Pasillo principal cerrado → ⑩



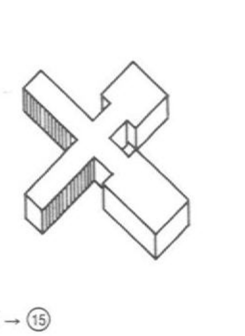
(13) Pasillo principal cerrado, zona de tratamiento encima de las demás zonas



(14) → ⑬



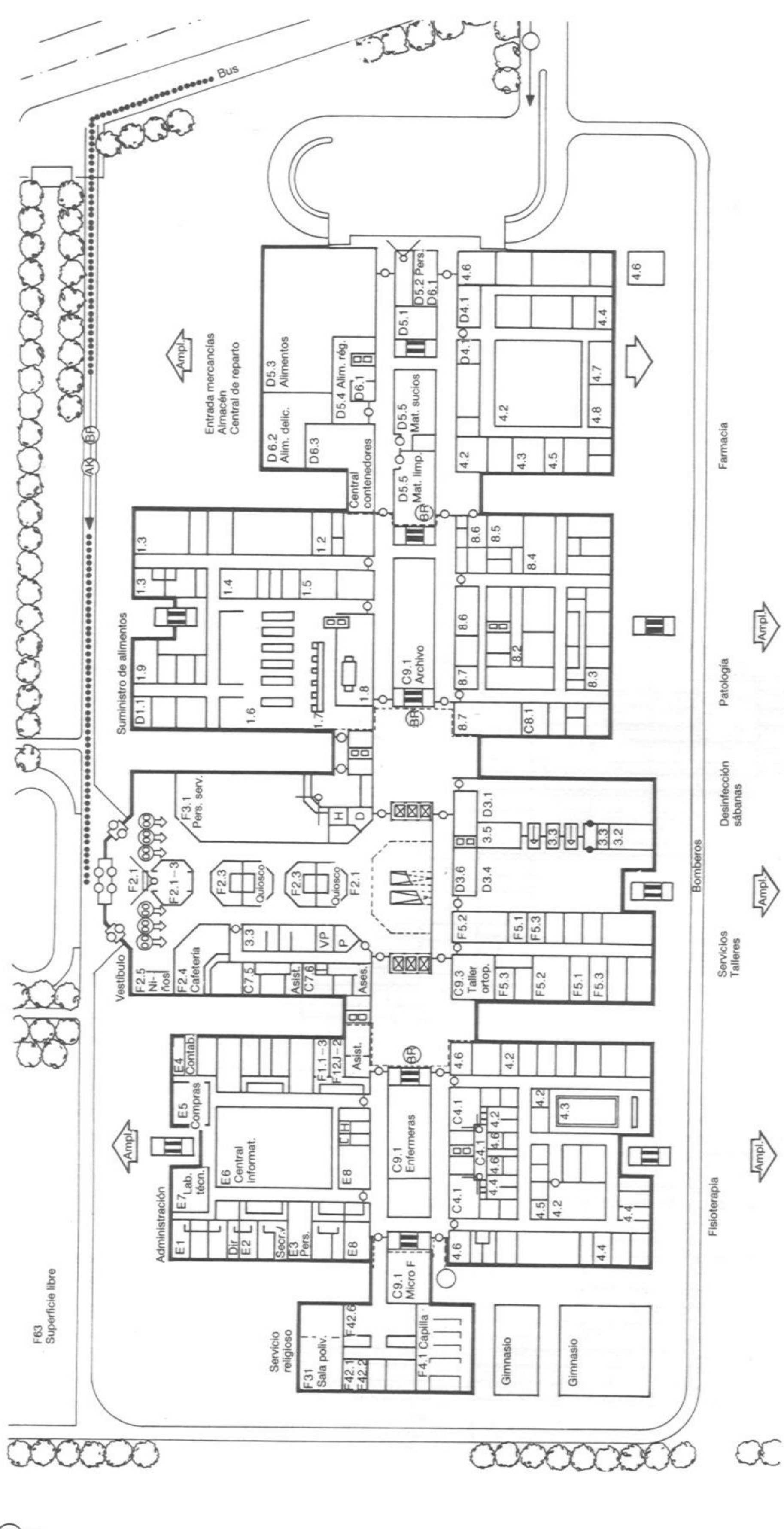
(15) Pasillo principal cerrado, zona de tratamiento junto a las demás zonas



(16) → ⑮

Hospitales

FORMAS CONSTRUCTIVAS → 📖



① Planta baja

Ambulatorios

La situación de las salas de tratamiento para enfermos ambulatorios tiene especial importancia.

En el proyecto se ha de prever una circulación separada para la zona de urgencias respecto a la zona de ingresos hospitalarios.

El número de pacientes depende del tamaño del centro hospitalario y de las especialidades médicas que abarque.

Si hay una llegada regular de casos de urgencia por accidente se puede prever una unidad propia, separada arquitectónicamente del resto del hospital. De todas maneras, ha de existir una comunicación rápida con la unidad de radiología y con la unidad de quirófanos.

Ejemplo de proyecto

La aplicación y conveniencia de las reglas de proyectación se manifiesta con mayor claridad en un ejemplo concreto.

En el proyecto reproducido en esta página se reflejan la idea de proyecto, la interpretación de la zonificación, la elección del módulo estructural y la influencia del tipo de pasillos principales. Se trata del proyecto de concurso para el hospital municipal del distrito Reinikendorf en Berlín, realizado por los arquitectos Mülberge, Schlenzig y Schneider.

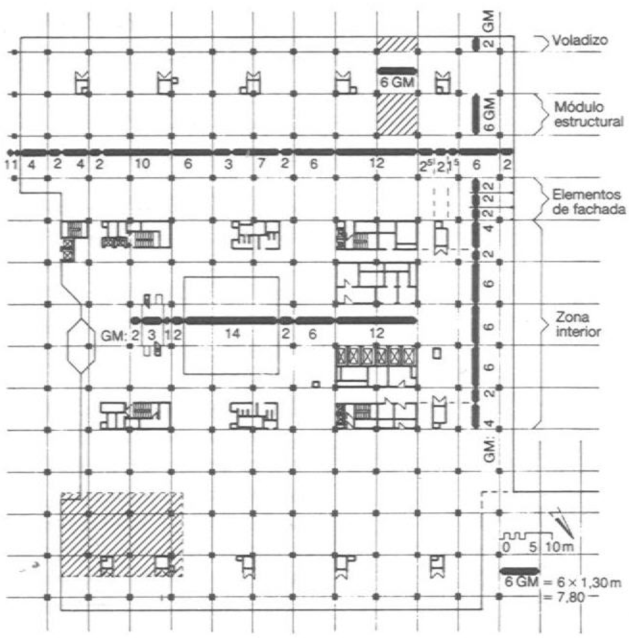
El edificio de 5 plantas permite ampliaciones grandes y pequeñas. La distribución está organizada de manera que los ámbitos de asistencia se encuentran encima de las zonas de exploración y tratamiento. El módulo estructural es de 8,40 × 8,40 m. La planta responde a una tipología de pasillos principales abiertos y zonas de asistencia situadas encima de las otras secciones.

Planta sótano: cuidados

Planta baja: comunicación
administración
exploración
y tratamiento

1.° planta: operaciones,
partos, medicina
intensiva

1.° a 5.° plantas: asistencia



① Planta esquemática del Hospital Cantonal de Basilea

Coordinación de medidas

Una ordenación modular de las medidas es el punto de partida más favorable para poder satisfacer las exigencias de estrategia proyectual. Esta modulación de las medidas está definida en la norma DIN 18000.

En la norma DIN 18000 se establecen sistemas de referencia, módulos básicos y módulos múltiples para determinar la función, situación y dimensiones de un elemento constructivo (→ DIN 18000).

Para la construcción de hospitales se recomienda el módulo 12M = 1,20 m.

Si la modulación resultante es demasiado grande es preferible atenerse a 6M o 3M.

En el sistema reticular así formado se encajan todas las partes del edificio.

Al establecer la retícula horizontal y vertical se puede introducir la estructura portante.

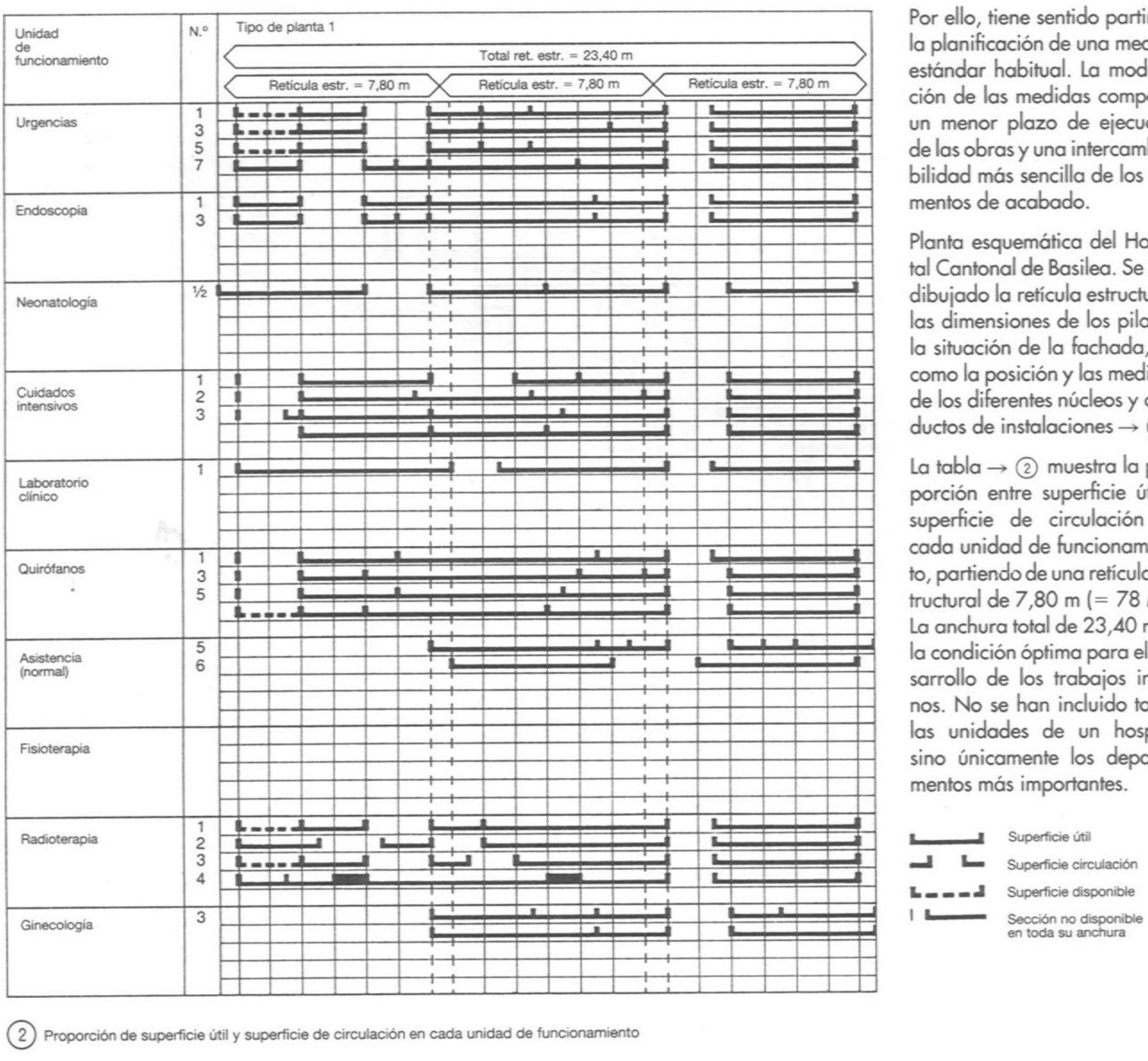
Una unificación de las medidas tiene consecuencias muy favorables para el desarrollo de la construcción.

El módulo dimensional se ha de adaptar a los sistemas de construcción existentes en el mercado.

Por ello, tiene sentido partir en la planificación de una medida estándar habitual. La modulación de las medidas comporta un menor plazo de ejecución de las obras y una intercambiabilidad más sencilla de los elementos de acabado.

Planta esquemática del Hospital Cantonal de Basilea. Se han dibujado la retícula estructural, las dimensiones de los pilares, la situación de la fachada, así como la posición y las medidas de los diferentes núcleos y conductos de instalaciones → ①.

La tabla → ② muestra la proporción entre superficie útil y superficie de circulación en cada unidad de funcionamiento, partiendo de una retícula estructural de 7,80 m (= 78 M). La anchura total de 23,40 m es la condición óptima para el desarrollo de los trabajos internos. No se han incluido todas las unidades de un hospital sino únicamente los departamentos más importantes.



② Proporción de superficie útil y superficie de circulación en cada unidad de funcionamiento

Zona funcional
Asistencia intensiva
Asistencia especial
Asistencia normal
Zona funcional 1. Asistencia
Quirófanos
Zona de reanimación
Rehabilitación
Terapia física
Diagnóstico rayos X
Diagnóstico nuclear
Radioterapia
Laboratorio clínico-químico
Laboratorio clínico-físico
Laboratorio clínico-fisiológico
Central de ingresos y tratamiento
Altas
Diálisis
Departamento de anestesia
Departamento de oftalmología
Departamento de cirugía
Departamento de ginecología
Departamento de neonatología
Departamento de otorrinolaringología
Departamento de medicina interna
Departamento de pediatría
Departamento de neurocirugía
Departamento de neurología
Departamento de psiquiatría
Departamento de radiología
Departamento de urología
Zona funcional 2. Exploración/tratamiento
Zona funcional 3. Investigación
Zona funcional 4. Patología
Zona funcional 5. Enseñanza/formación
Biblioteca
Archivos
Zona funcional 6. Información científica
Servicio de asistencia
Banco de sangre
Zona funcional 7. Equipamiento especial interdisciplinario
Administración central
Recepción de pacientes
Zona funcional 8. Administración/dirección
Vestuarios para el personal
Cantina
Tiendas
Equipamiento social
Zona funcional 9. Tareas sociales
Aprovisionamiento de alimentos
Almacén central
Centro de esterilización
Farmacia
Lavandería
Lavado de sábanas
Eliminación de residuos
Servicio de transporte
Zona funcional 10. Suministros/eliminación de residuos
Vestíbulo/entrada
Servicio de limpieza
Mantenimiento
Zona funcional 11. Tareas adicionales
Zona funcional 1 a 11. Superficie necesaria
Redondeo y márgenes en el proyecto (máximo 2–3 %)
Superficie necesaria (en total)

① Posible programa de necesidades de un gran hospital en el que están presentes todas las especializaciones

Retícula estructural

En la construcción de hospitales, la retícula estructural no puede derivar de algunos espacios dominantes, sino que depende del proceso laboral interno en las diferentes unidades de funcionamiento. Además, este módulo estructural ha de permitir una buena ordenación de las circulaciones, así como la posibilidad de una diferenciación entre las unidades de funcionamiento de uso principal, auxiliar y circulaciones.

Una comparación entre diferentes unidades de funcionamiento y sus espacios necesarios, conduce a una retícula estructural adecuada para todas las unidades de funcionamiento.

La experiencia y la práctica aconsejan establecer una retícula estructural de 7,20 o 7,80 m.

Con estas dimensiones entre pilares, pueden proyectarse adecuadamente todas las unidades de un hospital. Las retículas menores no son convenientes, ya que es más difícil situar las grandes salas (por ejemplo, los quirófanos) que no han de tener pilares intermedios.

Programa de necesidades

Para establecer una retícula estructural se ha de elaborar previamente un programa de necesidades en el que basar la ordenación de las salas de todo el hospital.

Este programa de necesidades depende del tipo de hospital, pues no tiene porqué abarcar todas las posibles. El programa de necesidades se ha de discutir en detalle con los promotores, personal sanitario y futuros usuarios.

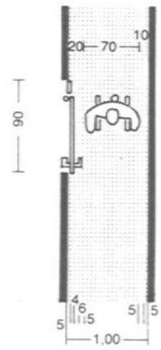
La especialización de un hospital influye en el tamaño y en la forma de las diferentes unidades.

Un contacto estrecho entre todas las partes reduce las posibilidades de que aparezcan problemas a posteriori.

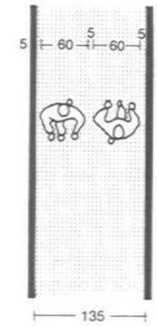
Un listado con el valor directriz de la superficie de las diferentes unidades ayuda a tener una visión rápida de su tamaño, aunque se ha de tener en cuenta que estos valores directrices sólo suponen una recomendación y dependen de la orientación médica y especialización del hospital correspondiente.

Superficies para todo el hospital, incluido la zona de suministros y eliminación de residuos	:	35–50	m^2 sup./cama
Zona de asistencia	:	19–25	m^2 sup./cama
Terapia intensiva	:	30–40	m^2 sup./cama
Zona de quirófanos	:	130–160	m^2 sup./quirófano
Rehabilitación	:	19–22	m^2 sup./plaza tratam.
Fisioterapia	:	68–75	m^2 sup./plaza tratam.
Rayos X	:	60–70	m^2 sup./sala diagnóstico
Radioterapia	:	300–350	m^2 sup./aparato
Zona de reanimación	:	25–30	m^2 sup./cama reanimación
Diagnóstico nuclear	:	100–150	m^2 sup./sala diagnóstico
Fisiología clínica	:	80–100	m^2 sup./sala diagnóstico
Neurofisiología clínica	:	78–100	m^2 sup./sala diagnóstico
Central de ingresos	:	140–160	m^2 sup./sala de exploraciones/tratamientos
Zona de altas	:	85–100	m^2 sup./sala de altas
Diálisis	:	70–80	m^2 sup./cama diálisis
Departamentos especializados	:	55–75	m^2 sup./sala de exploraciones/tratamientos

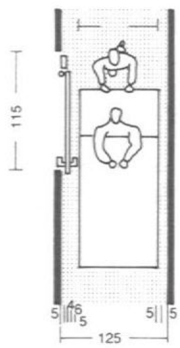
② Valores directrices de la superficie necesaria en un hospital normal



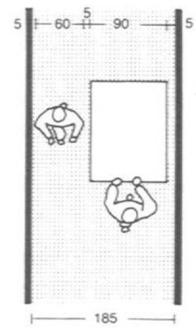
① Puerta para el paso de personas



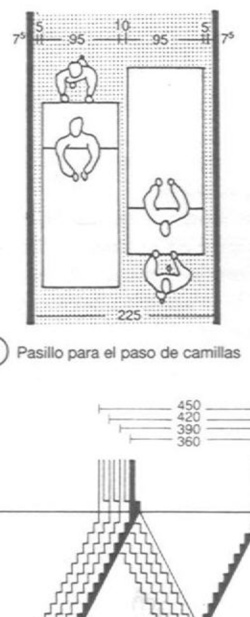
② Puerta para el paso de empleados



③ Puerta para el paso de camillas



④ Pasillo para el paso de empleados y mercancías



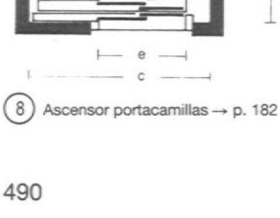
⑤ Pasillo para el paso de camillas



⑥ Pasillo de trabajo



⑦ Altura de los pisos y longitud de los tramos de escalera con una relación 15/30 cm



⑧ Ascensor portacamillas → p. 182

Capacidad carga kg	1600	2000	2500
Anchura hueco c	2400	2400	2700
Prof. hueco d	3000	3000	3300
Anchura camarín a	1400	1500	1800
Prof. camarín b	2400	2700	2700
Ancho puerta camarín	1300	1300	1300
Alto camarín	2300	2300	2300
Alto puerta camarín	2100	2100	2100
N.° personas	21	26	33

⑨ Dimensiones de los ascensores portacamillas → ⑧

PASILLOS, PUERTAS, ESCALERAS ASCENSORES → 📖

Pasillos: → ① – ⑥

Los pasillos se han de dimensionar para la mayor circulación previsible. Los pasillos de acceso público han de tener al menos 150 cm de anchura. Los pasillos por los que hayan de pasar camillas deberían tener como mínimo una anchura libre de 225 cm. El falso techo suspendido se puede bajar en los pasillos hasta una altura de 240 cm. Las ventanas para iluminación y ventilación no deberían distar más de 25 m entre sí. La anchura útil de los pasillos no puede reducirse puntualmente por la existencia de pilares u otros elementos constructivos.

Puertas:

Al diseñar las puertas se han de considerar los requisitos de higiene. El revestimiento de su superficie ha de ser resistente a los productos de limpieza y desinfección. Las puertas han de satisfacer las mismas exigencias de aislamiento acústico que las paredes circundantes. Las puertas recomendables de dos capas deberían tener una absorción acústica mínima de 25 db. La altura libre de las puertas depende de su tipo y función:

puertas normales:	2,10–2,20 m
puertas grandes:	2,50 m
paso de transportes:	2,70–2,80 m
altura mínima de los accesos rodados:	3,50 m

Escaleras → ⑦

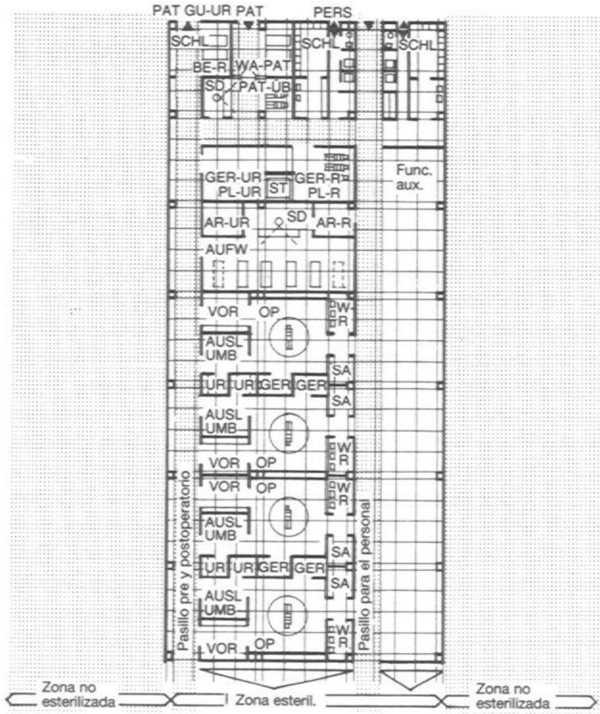
Por motivos de seguridad, las escaleras se han de construir de manera que en caso de necesidad tengan capacidad suficiente para la circulación vertical global. Han de estar protegidas contra la transmisión de ruidos y olores y no han de existir corrientes de aire. Además, han de cumplir las correspondientes normas de seguridad aplicables en cada caso. Las escaleras deben disponer de pasamanos en ambos lados, sin extremos libres. No son admisibles las escaleras principales de caracol. La anchura útil de las escaleras y rellanos ha de ser al menos de 1,50 m y no puede ser superior a 2,50 m.

Las puertas no pueden reducir la anchura útil de los rellanos (p.e. al abrirse). Se aceptan peldaños con una contrahuella ≦ 17 cm y se exige una huella de 28 cm como mínimo. Se recomiendan peldaños con una relación huella/contrahuella de 30/15.

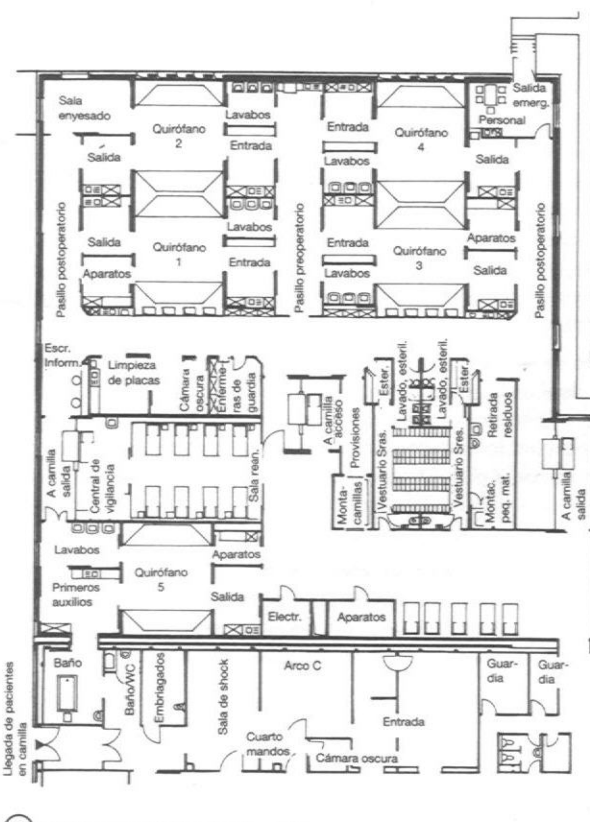
Ascensores → ⑧ – ⑨.

Los ascensores deben permitir el transporte vertical de personas, medicamentos, ropa, alimentos y camillas. Por motivos higiénicos y estéticos debería establecerse una separación de usos. En los edificios cuyas zonas de cuidados, exploración o tratamiento están en un piso, han de existir al menos dos ascensores montacamillas. El camarín de estos ascensores ha de estar dimensionado de manera que quepa una camilla y dos acompañantes. La superficie interior ha de ser lisa, resistente a la limpieza y desinfectable. Las cajas de ascensores han de ser resistentes al fuego (véase DIN 4102). Se calcula un ascensor montacamillas para cada 100 camas, pero como mínimo han de haber dos. Además se debe disponer al menos de 2 ascensores más pequeños para aparatos móviles, personal y visitantes:

medidas interiores del camarín:	0,90 × 1,20 m
medidas interiores del hueco de ascensor:	1,25 × 1,50 m



① Unidad de quirófanos



② Planta de la unidad central de quirófanos

Ventajas y desventajas de la centralización

Los quirófanos se han proyectado habitualmente como una unidad centralizada de exploración y tratamiento para las diferentes especialidades, ya que permite un mejor aprovechamiento del espacio, de los aparatos y del personal, y médicamente una mejor asistencia al paciente gracias a una centralización de los servicios bajo la dirección de especialistas, así como ventajas higiénicas. Las posibles desventajas de una gran unidad centralizada de quirófanos son: una mayor complejidad de organización, un incremento de los riesgos de infección debido al gran número de personas reunidas y la yuxtaposición de operaciones sépticas y asépticas en una misma unidad de funcionamiento. El proyectista ha de concretar con los cirujanos e higienistas el programa para quirófanos sépticos y asépticos ya que en la actualidad se suelen proyectar unidades separadas para operaciones sépticas y asépticas, sobre todo en los grandes hospitales. Las unidades descentralizadas de quirófanos, pueden satisfacer mejor estos requisitos.
Al fijar la posición de la unidad de quirófanos se han de tener en cuenta las relaciones con otras unidades de funcionamiento: ingreso de pacientes, servicio de urgencias, cirugía de accidentados, ayuda al parto, endoscopia, clínicas especiales, etc.

Unidad de quirófanos

El objetivo de la medicina quirúrgica es el reconocimiento, tratamiento y eliminación de lesiones corporales innatas, o debidas a un accidente o a enfermedades. El tratamiento quirúrgico se puede subdividir en cuatro fases principales:

- diagnóstico y prescripción,
- preparativos para la operación en la unidad de cuidados,
- realización de la operación en la unidad de quirófanos,
- postratamiento en la sala de reanimación.

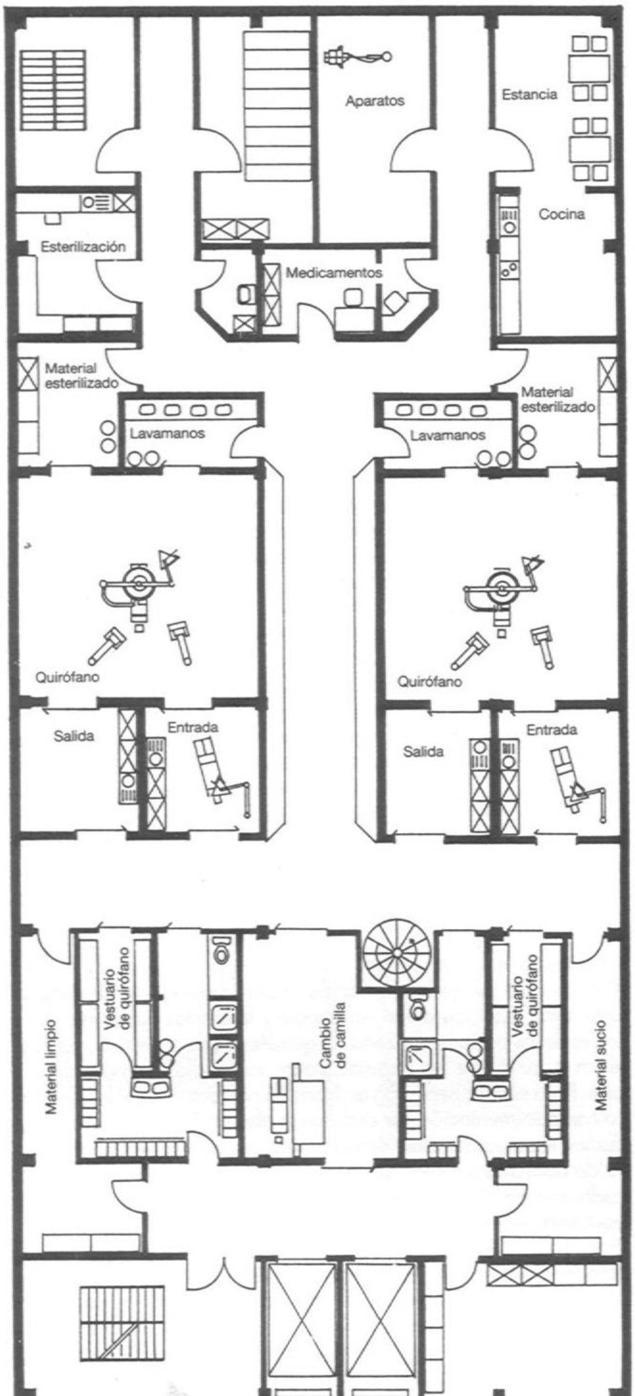
Las medidas para garantizar la asepsia requieren independizar la unidad de quirófanos del resto del hospital; esta separación se consigue mediante un sistema de esclusas. Es conveniente que los quirófanos se encuentren en la zona central del hospital y sean fácilmente accesibles. La unidad de ingresos de urgencia debería estar lo más cerca posible de la zona de quirófanos para poder intervenir inmediatamente al paciente en caso de necesidad. También es conveniente que los recorridos hasta las unidades de cuidados, lavandería y zonas de esterilización, sean cortos.

Organización de la unidad

A la zona de quirófanos le corresponden las funciones de esclusa, operación, postoperación, vigilancia y funciones auxiliares.
Las esclusas protegen la zona de quirófanos de la entrada de bacterias a través de los zapatos, ropa, materiales transportados y aire. Para ello, se necesitan esclusas de contacto y esclusas de aire.
La compartimentación por esclusas se efectúa en las siguientes unidades/espacios: esclusa de pacientes, esclusa de personal, esclusa de aparatos y materiales y si procede, puesto de dirección. En cada una de estas zonas se realiza una separación entre compartimentos preoperatorios y postoperatorios → p. 495.
En la esclusa de pacientes se integran las funciones de cambio de camilla, preparación de la mesa de operaciones, así como la mesa auxiliar para la operación. Su tamaño aproximado es de 35 m^2.
Equipamiento: lavamanos, cinta transportadora eléctrica para cambio de camilla. → ① Planta ideal de una zona de quirófanos con conexión directa al edificio principal del hospital. En una obra de nueva planta es imprescindible que la unidad de quirófanos se pueda ampliar al menos por un lado. Pasillos independientes para el personal con conexión a las salas funcionales y pasillo para los pacientes antes y después de la operación.

VOR	= sala de anestesiado (entrada)	R	= aséptico
AUSL UMB	= sala de anestesiado (salida)	PAT	= pacientes
W–R	= sala de lavado	GU	= material
SA	= puesto de trabajo para las enfermeras	SD	= puesto enfermera
GER	= sala de aparatos	ÜB	= ingreso
UR	= séptico	BE	= camillas
AUFW	= sala de reanimación	WA	= lavamanos
SCHL	= sistema de esclusas	AR	= lugar de trabajo
		PL	= plazas
		OP	= quirófano

Planta de la zona central de quirófanos del hospital de Dortmund con 5 quirófanos y las correspondientes salas auxiliares. En este caso se ha previsto una separación entre pacientes en fase preoperatoria o postoperatoria. El personal debe poder moverse con facilidad alrededor del paciente. Planta → ②.



Planta de una unidad de quirófanos con comunicación subterránea hasta el edificio principal del hospital. Sala de vigilancia (reanimación) una planta más abajo.

(1) Salas principales de una unidad de quirófanos Arq.: Köhler/Müller

Circulación

Para reducir la transmisión de bacterias por contacto se ha de realizar una separación entre los diferentes procesos de trabajo. En la actualidad ya no es aceptable el sistema de pasillo único, compartido por pacientes operados y por operar, materiales esterilizados e infectados, personal preoperación y postoperación, sino los sistemas de dos pasillos, en los que se separa la circulación de pacientes y personal, materiales esterilizados e infectados. De todas maneras no hay unanimidad respecto a la separación óptima entre los diferentes usos, la más aceptada consiste en una separación entre pacientes y la zona de trabajo del personal.

Junto a los quirófanos se necesitan una serie de salas de trabajo y de aprovisionamiento. Estas salas son esenciales para el funcionamiento del quirófano y por tanto deberían situarse junto a él. La forma óptima para los quirófanos es la cuadrada, para facilitar el trabajo y permitir girar la mesa de operaciones en todas las direcciones. Tamaño aprox.: 6,50 × 6,50 m; altura libre: 3,00 m; para el aire acondicionado y demás instalaciones debe preverse un suplemento de altura de 0,70 m. Los quirófanos deben proyectarse de forma unitaria para facilitar su flexibilidad funcional. El equipamiento básico consiste en un sistema de mesas de operaciones móviles y de altura regulable que se montan en el centro del quirófano, sobre un pedestal fijo y anclado rígidamente al suelo. La iluminación natural del quirófano es aconsejable pero en muchos casos no es posible debido a su situación. Los quirófanos han de poder regular su iluminación (p.e., las operaciones de ojos se realizan en salas muy oscuras). Se han de prever tomas de vaciado, protóxido de nitrógeno y electricidad de emergencia, situadas a una altura ≧ 1,20 m por encima del suelo. Es importante una separación de la zona esterilizada con su propio suministro de instrumentos esterilizados. La subdivisión de los quirófanos en zonas sépticas y asépticas es médicamente discutible, pero tiene sentido desde el punto de vista preventivo. Las paredes y el pavimento han de ser lisos y fáciles de lavar; deberían evitarse los resaltes.

Sala de anestesia postoperatoria

Organizada igual que la sala de anestesia preoperatoria. La puerta al pasillo de trabajo debe ser pendular, con una anchura libre de 1,25 m.

Sala de anestesia preoperatoria

Tamaño aprox.: 3,80 × 3,80 m. El acceso al quirófano se debe realizar a través de puerta corredera eléctrica, con una anchura libre de 1,40 m. Debería permitir una comunicación visual con el quirófano a través de pequeñas aberturas de vidrio transparente. Equipamiento básico: nevera, pileta, fregadero, armarios para cánulas, conexiones para los aparatos de anestesiado y tomas de corriente de emergencia.

Sala de lavado

Es ideal una compartimentación entre una zona sucia y otra limpia. Higiénicamente basta con un cuarto suficientemente grande. Cada quirófano debería disponer de 3 lavamanos de accionamiento con el pie. Anchura mínima de la sala: 1,80 m. Las puertas hacia el quirófano deberían poder accionarse eléctricamente con el pie y tener una ventana con vidrio transparente.

Sala de esterilización de instrumentos

El tamaño de esta sala es flexible, pero con suficiente espacio de almacenamiento (estantes). Se necesitan unos 10 m^2 por quirófano. Ha de ser directamente accesible desde el quirófano.

Sala de aparatos

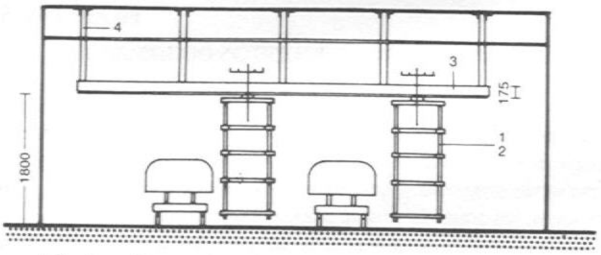
No es recomendable que esté excesivamente alejada del quirófano, para evitar recorridos largos, incluso es ventajosa la comunicación directa con el quirófano. Tamaño aprox.: 20 m^2.

Sala de esterilización

Puede estar directamente conectada con la zona aséptica del quirófano. Esta sala dispone de un lado sucio para el material no esterilizado y un lado limpio para el material esterilizado. La conexión simultánea con varios quirófanos es problemática por motivos higiénicos. Equipamiento: lavadero, superficie de almacenaje, superficie de trabajo, esterilizadores de vapor. Se excluye el instrumental quirúrgico, preparado en la central de esterilización, que se encuentra fuera de la zona verde operativa.

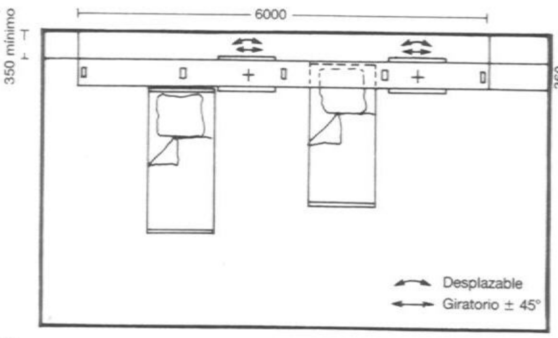
Sala de enyesado

Esta sala no pertenece a la zona verde operativa, sino a la unidad de accidentados. En casos de emergencia se ha de pasar al paciente por esclusas para acceder al quirófano.



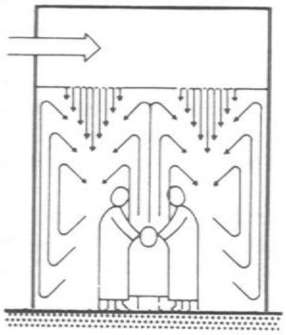
1 Carrito servicio, p.e. infusiones
2 Carrito aparatos, p.e. respiración, monitores, etc.
3 Iluminación indirecta
4 Conducción medios aux., corriente eléctrica, baja tensión, gas, etc.

① Sistema de aprovisionamiento a través del techo (Fa. Dräger)

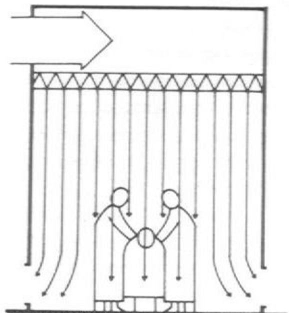


② Planta → ①

→ ① En la sala de reanimación debe evitarse que las camas estén demasiado cerca unas de otras. Se han de colocar de manera que el anestesista pueda llegar con sus utensilios hasta las camas por tres lados. Los grandes utensilios auxiliares, como los soportes de bicloruro de mercurio, necesitan espacios bastante anchos para ser transportados. El aprovisionamiento del paciente se realiza a través de soportes móviles de suspensión con conexión para vacío, oxígeno, protóxido de nitrógeno, corriente eléctrica e iluminación. Los aparatos necesarios se cuelgan en carritos móviles. La conexión entre la sala de reanimación y la zona de quirófanos debería realizarse a través de varias puertas y facilitar que en casos de emergencia el anestesista pueda llegar hasta el paciente por un camino corto.



③ Perforación parcial → inyección



④ Perforación completa → corriente cilíndrica

Técnicas de limpieza de salas

Una alternativa a la climatización es la técnica de limpieza de salas. Su característica principal es una corriente de expulsión, sin apenas turbulencias, con una velocidad constante del aire en movimiento (0,45 m/s) → ③. La corriente cilíndrica que se origina arrastra todas las bacterias y partículas liberadas y las expulsa de la sala. En el caso ideal puede alcanzarse una descontaminación mayor que con las instalaciones convencionales.

Con ayuda de una corriente directriz puede evitarse la formación de turbulencias. De esta manera se evita cualquier mezcla entre aire contaminado y aire fresco (aire puro). La superficie de quirófano a mantener higiénicamente sin bacterias, corresponde a unos 3,00 × 3,00 m.

Vigilancia postoperatoria

La sala de vigilancia ha de acoger a los pacientes de varios quirófanos tras la operación. El número de camas necesarias se calcula multiplicando el número de quirófanos por 1,5. Se ha de añadir un pequeño cuarto con una pileta–vertedero. Ha de existir un puesto de vigilancia para enfermeras, desde el que puedan verse todas las camas. Para una mejor orientación de los pacientes es conveniente que entre la luz natural.

Funciones auxiliares

Estas salas auxiliares no necesitan estar junto al quirófano. Es aconsejable la separación a través de un pasillo que no esté destinado a la circulación de pacientes.

Sala de enfermeras

Las dimensiones de esta sala dependen del tamaño de la unidad de quirófanos. Por cada equipo de operación (médicos, enfermeras, anestesistas) se ha de contar con 8 colaboradores. En unidades con más de dos quirófanos ha de existir una separación entre fumadores y no fumadores. Esta sala ha de tener suficientes asientos, armarios y un fregadero.

Sala de trabajo del jefe de enfermería

Debería estar en una posición central y disponer de grandes superficies acristaladas para poder ver el pasillo de trabajo, un escritorio, suficientes armarios y un panel de planificación.

Despacho

Tamaño no mayor a 5 m^2, pues tan sólo está destinado a que los médicos redacten los informes después de la operación.

Sala de medicamentos

Puede servir para almacenar conjuntamente anestesias, medicamentos e instrumental quirúrgico. Un sistema de estanterías móviles ahorra espacio. Tamaño de la sala: aprox. 20 m^2.

Cuarto de limpieza

Basta con unos 5 m^2. Debería estar cerca del quirófano, ya que éste ha de limpiarse y desinfectarse después de cada operación.

Superficie para camillas limpias

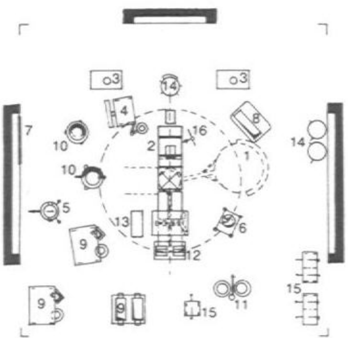
Cerca de la esclusa para pacientes, con suficiente espacio para camillas limpias y preparadas.

WC

Sólo puede haber aseos en la zona de esclusas, en la zona de quirófanos no están permitidos por motivos higiénicos.

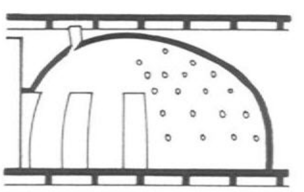
Climatización

La climatización debe ser total, sin recirculación de aire y con filtros de polvo y desbacterialización. El aire impulsado a través de la instalación de climatización debe estar preparado y en la cantidad necesaria. Se necesitan de 15 a 20 cambios de aire por hora para alcanzar una correcta descontaminación del aire entre dos operaciones. Para conseguir una zona sin bacterias en la zona de quirófanos no puede existir ninguna corriente sin controlar desde las salas adyacentes. Esto se puede lograr con un cierre estanco al aire en la zona de quirófanos (sistema de construcción con juntas estancas) y/o manteniendo una presión de seguridad (presión más elevada en la zona a proteger que en la salas adyacentes). La norma DIN 1946 parte 4.° establece la dirección de circulación del aire entre las salas de la zona de quirófanos. La presión ha de ser superior en los quirófanos que en las salas de anestesia adyacentes, la presión mínima corresponde a las salas auxiliares.

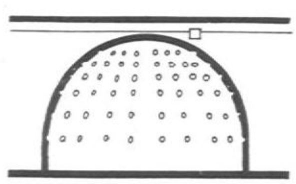


Leyenda:
1 Luminaria cenital para operar
2 Mesa de operaciones zócalo fijo
3 Lámpara suspendida de la pared o del techo
4 Instrumentos para narcóticos
5 Soporte cubetas con calefacción
6 Bomba de extracción eléctrica
7 Vitrina para mirar radiografías
8 Mesa de narcóticos para anestesias
9 Mesa de instrumentos
10 Cubo de residuos, colector de instrumentos
11 Soporte de cubetas sin calefacción
12 Mesa con material para coser
13 Tarimas para operar
14 Taburete giratorio para cirujanos
15 Soporte de tambor
16 Soporte de infusiones

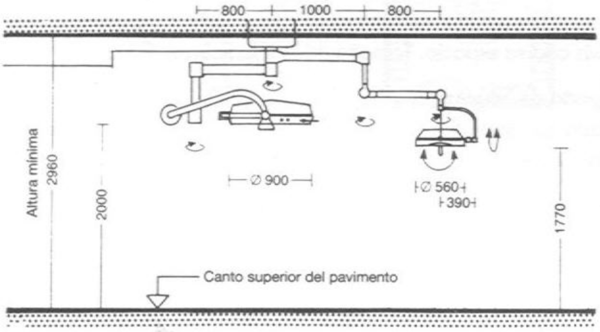
(1) Equipamiento de una sala de operaciones quirúrgicas



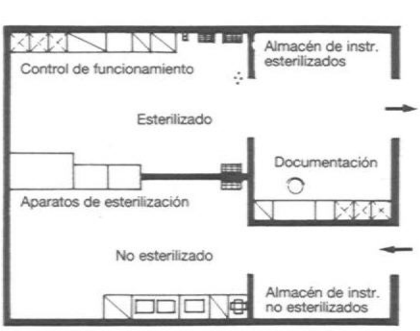
(2) Quirófano de forma ovoide con focos empotrados, de accionamiento independiente



(3) Arq.: Nelson



(4) Luminaria suspendida de quirófano con luminaria satélite



(5) Equipamiento de la central de esterilización

Las salas en las que se ha de contar con la presencia duradera o momentánea de mezclas explosivas de gases o vapores con aire, oxígeno o protóxido de nitrógeno, se consideran como salas principales de anestesia. Entre ellas se encuentran las salas de operaciones, las salas de preparación y las salas de enyesado.
Debido al posible enrarecimiento del aire con gases de anestesia las tomas de corriente y conexiones electro-médicas se han de situar como mínimo a 1,20 m por encima del nivel del suelo.
Las medidas de protección frente a explosiones también están destinadas a evitar cargas electrostáticas.

Las medidas de protección en las salas principales de anestesia son:
- evitar materiales cuyo frotamiento o separación provoca la aparición de elevadas cargas electrostáticas (bolsas de plástico)
- emplear materiales conductores (p.e. caucho conductor)
- equilibrio de cargas mediante pavimentos conductores
- mantener constante la humedad del aire, entre 60 y 65 %

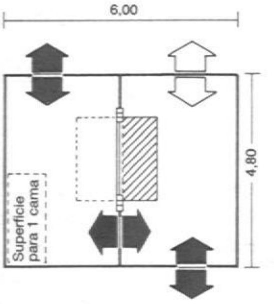
Para los aparatos de las salas de operaciones es necesario un suministro eléctrico de emergencia que garantice la continuación o conclusión de las operaciones en marcha cuando falle el suministro de electricidad.
Entre otros aparatos, han de seguir funcionando:
- al menos una luminaria de quirófano en cada puesto de operación durante tres horas como mínimo,
- los aparatos para el mantenimiento de las funciones corporales vitales, p.e., respiración, anestesia y reanimación.

Las salas de operaciones, que dispongan de aparatos de rayos X, se rigen por la norma DIN 6812, en la que se define el espesor de plomo necesario para debilitar la radiación de manera que no se superen los valores máximos admisibles.
La norma DIN 6811 estable los factores de conversión para los materiales más usuales de construcción como acero, hormigón y ladrillos cerámicos.
Según la norma DIN 4102, las salas donde se guardan los productos de anestesia han de ser resistentes al fuego y no pueden estar conectadas a las salas de operaciones, anestesia o vendaje.

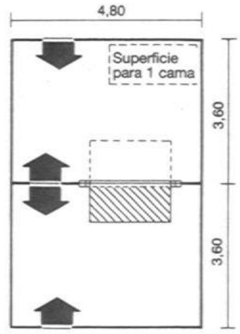
Iluminación
La iluminación de la zona de operación ha de permitir orientar la luz a cualquier zona del cuerpo a operar.
El sistema de iluminación más empleado es la luminaria cenital orientable. Está formada por una luminaria cenital orientable, equipada la mayoría de las veces con una luminaria auxiliar en posición de satélite. En la luminaria principal hay una serie de luminarias más pequeñas para evitar la formación de sombras. En la actualidad ya no se proyectan las salas de operaciones de forma oval con focos empotrados en el techo que fueron usuales en otras épocas.
En la norma DIN 5035 parte 3.ª se establecen las directrices para la iluminación en los hospitales. Según dicha norma, la potencia nominal de iluminación en las salas de cirugía es de 1000 lux y en las salas auxiliares de 500 lux → (4).

Central de esterilización → (5)
En ella se prepara todo el instrumental del hospital. La mayor proporción corresponde a la zona de cirugía con un 40 % y a los departamentos de medicina intensiva y de medicina interna con el 15 % para cada uno. Por consiguiente, la central de esterilización debería situarse cerca de dicha zonas. Debido a la elevada circulación de personas y mercancías no es aconsejable situarla en la zona verde (cirugía). El número de esterilizadores depende del tamaño del hospital y la zona de operaciones; tamaño aprox.: 40–50 m².

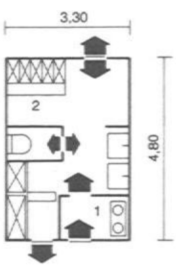
Puertas: la sala de operaciones debería estar conectada con las salas de anestesia, reanimación, lavado y almacén de instrumentos esterilizados, a través de puertas correderas de accionamiento eléctrico. Las puertas de hojas batientes deben abrirse hacia fuera del quirófano para no invadir el espacio interior. Los mecanismos de abertura, por motivos higiénicos, deben poder accionarse con el pie. En las salas auxiliares basta con puertas pendulares con una anchura libre de 1,00 m.



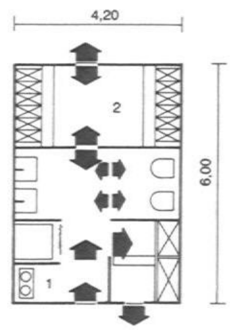
① Esclusas para los pacientes



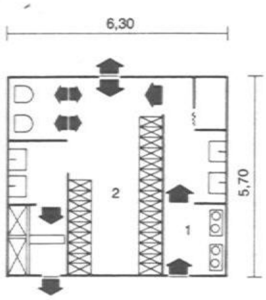
② Esclusa para los pacientes



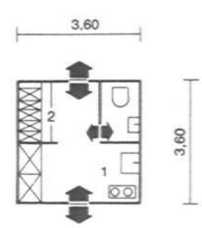
③ Esclusa para el personal



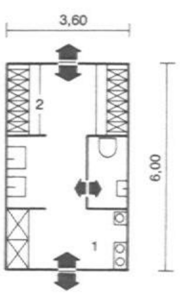
④ Esclusa para el personal



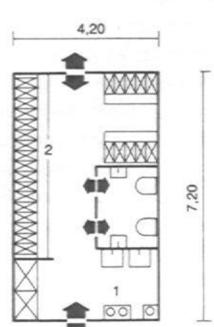
⑤ Esclusa para el personal



⑥ Esclusa para el personal y las visitas



⑦ Esclusa para el personal y las visitas



⑧ Esclusa para el personal y las visitas

La **zona de esclusas** forma la zona intermedia entre la zona de cuidados y la zona de exploración/tratamiento.

Según la función y la unidad en la que estén situadas se distingue entre esclusas para: pacientes, personal, combinadas para personal y visitantes, esclusas para entrega y retirada de material, esclusas de batas, esclusas delante de las salas de cuidados intensivos. Además se puede establecer una diferenciación según la función higiénica (esclusas de contacto o de aire) o según los requisitos constructivos (esclusas de una cámara, de varias cámaras y esclusas climáticamente activas o pasivas).

El paciente a operar se lleva a la **esclusa de pacientes,** donde es trasladado a la camilla de operación con ayuda de un dispositivo mecánico de transbordo de cama.

El Ministerio de Sanidad de Alemania exige la separación de un lado séptico y otro aséptico. El límite puede señalarse con un travesaño. Para casos de emergencia se ha de dejar un paso directo.

El personal sanitario y los médicos, separados por sexo, acceden a la zona de tratamiento a través de la **esclusa de personal.** Desde una sala exterior séptica, en la que se cambia y se lava el personal, se accede a una sala interior aséptica, donde se encuentra la ropa para operar. Al salir se deja la ropa de operar en la sala séptica y se abandona la esclusa a través de la sala exterior.

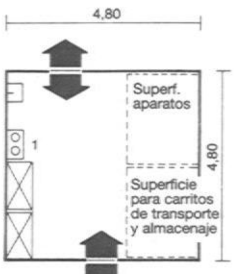
Se han de proyectar **esclusas comunes para el personal y los visitantes** delante de las zonas desde las que pueden propagarse infecciones (unidades de cuidados intensivos y de cuarentena). En este caso basta con esclusas de una sola cámara que ocupan menos espacio.

A través de las **esclusas de entrega y retirada** se llevan los materiales, instrumentos y ropa altamente esterilizados a los puestos de utilización. Estas salas suelen servir también como depósito. Las esclusas no tienen porqué ser salas, sino que pueden consistir simplemente en separaciones del espacio de circulación. En este caso, en los puestos de utilización ha de existir suficiente espacio para poder almacenar los objetos esterilizados o los residuos.

No debería desdeñarse la esclusa de retirada de materiales e instrumentos, ya que los depósitos de residuos en los puestos de utilización comportan peligros higiénicos.

Las **esclusas de batas** se encuentran en la transición entre zonas con diferentes requisitos higiénicos (p.e., entre el lado séptico y el aséptico de la sala de preparación de camas) y delante de salas que se han de proteger de posibles infecciones, o desde las que pueden propagarse infecciones (p.e. departamento de cuarentenas).

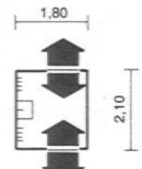
Las **esclusas ante las salas de cuidados intensivos** son necesarias en un 30 % de los puestos de funcionamiento y se han de decidir con el especialista en higiene del hospital. Contiene un puesto de trabajo para la observación permanente de los pacientes más graves y permite realizar trabajos de cuidado y desinfección de aparatos.



⑨ Esclusa para la entrega de material

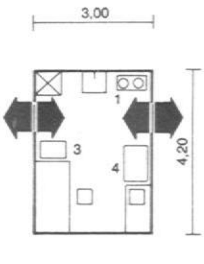


⑩ Esclusa para la retirada de material



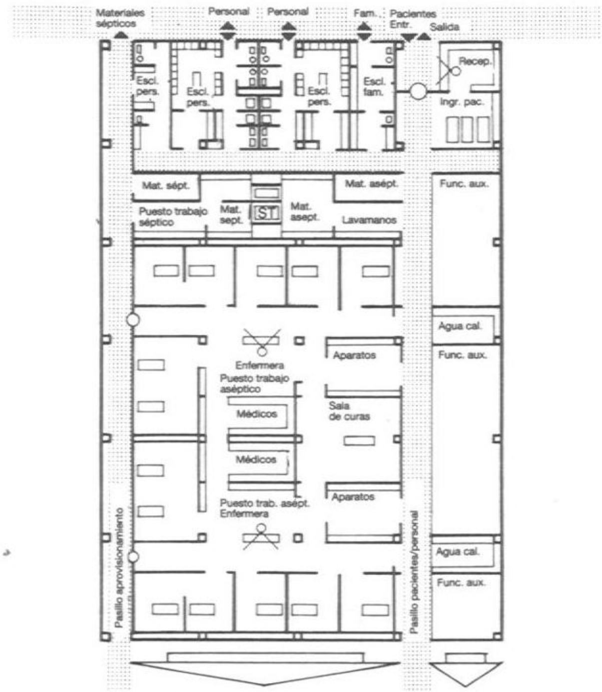
1 Colector de ropa
2 Taquilla
3 Mesa de instrumentos
4 Carrito de tratamiento
→ ③ - ⑫

⑪ Esclusa de batas

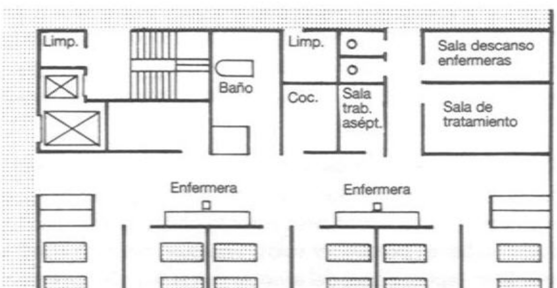


⑫ Esclusa delante de la unidad de cuidados intensivos

Hospitales



(1) Unidad de cuidados intensivos. A la zona de pacientes se accede a través de un pasillo común para el personal y los pacientes; el aprovisionamiento se realiza a través de otro pasillo.



(2) Unidad de cuidados intensivos con 2 grupos de 6 camas = 12 camas; Hospital St. Vinzenzstift, Hannover. Arq.: Gruson, Kuschel, Ulbricht, Tschirschwitz.



(3) Unidad de cuidados intensivos, medio grupo; 8 camas en habitaciones individuales acristaladas. Arq.: Deilmann.



(4) Reunión de 4 habitaciones dobles para formar un subgrupo con dos aseos y puesto de trabajo para enfermeras. Arq.: Deilmann.

Cuidados médicos intensivos. La misión de los cuidados médicos intensivos es evitar y disminuir las perturbaciones de las funciones vitales que puedan poner en peligro la vida del paciente. Entre éstas se encuentran irregularidades en la respiración, circulación sanguínea, infecciones, funcionamiento del corazón y de los órganos vitales (p.e., hígado, riñones). Entre las tareas de los cuidados intensivos se encuentran tanto la supervisión y tratamiento de las funciones vitales como el cuidado de los pacientes. Para los pacientes con parálisis, quemaduras y perturbaciones psíquicas se necesitan medidas constructivas y médico-organizativas especiales, que difieren de los cuidados intensivos más usuales.

La **organización** de los cuidados intensivos se realiza en función de las diferentes disciplinas médicas, como neurocirugía, cirugía del tórax y el corazón, trasplantes y neurología, o según campos que abarcan varias especialidades quirúrgicas y de medicina interna. En la mayoría de los hospitales, sin una especialidad médica concreta, se suele establecer una división entre cirugía y medicina interna.

Funciones. La unidad de cuidados intensivos comprende: esclusa, recepción y administración, vigilancia, tratamiento, funciones auxiliares y servicio de personal. La esclusa tiene como misión proteger de bacterias a los pacientes en estado grave o muy debilitados, y proteger a otras zonas del hospital de posibles infecciones procedentes de esta unidad (p.e., zona de enfermos pulmonares). La recepción ha de diseñarse de manera que la enfermera pueda controlar la llegada de pacientes y allegados, el flujo de material y aparatos, así como el funcionamiento de la unidad.

El **número de pacientes** por unidad está comprendido entre 6 y 10, para evitar una sobrecarga excesiva del personal médico y sanitario y para garantizar a los pacientes la mejor asistencia posible. En cada unidad (6–10 camas) se ha de incluir un puesto para enfermeras, un puesto de trabajo limpio (preparación de medicamentos e infusiones), un cuarto para material y otro para aparatos.

Disposición de las camas. Las camas pueden colocarse según una disposición abierta, cerrada o combinada. Las disposiciones abiertas necesitan una sala de gran superficie. Desde el puesto de enfermeras se han de poder ver todas las camas; se puede establecer una separación óptica entre los pacientes mediante mamparas a media altura, fácilmente desplazables. En las disposiciones cerradas los pacientes están separados espacialmente. En este caso también han de ser visibles desde el puesto de enfermeras. Tanto desde un punto de vista higiénico como psicológico son preferibles las disposiciones cerradas. Una solución de compromiso, aplicada a menudo, consiste en colocar de 2 a 3 camas por sala.

Para las **funciones auxiliares** se han de prever los siguientes elementos y salas: quirófano para pequeñas intervenciones (25–30 m^2), puesto de laboratorio, pequeña cocina, esterilización (20 m^2), cuarto para material aséptico, cuarto de trabajo séptico, cuarto de limpieza, sala de espera para familiares, cuarto para los médicos, cuarto de archivo, aseos y una sala de entrevistas.

Requisitos higiénicos. La unidad de cuidados intensivos ha de ser autónoma desde el punto de vista de tecnología médica. En cada cama se han de prever conexiones para oxígeno, aire a presión y vacío. Además de enchufes eléctricos de tensión normal, han de haber conexiones de alta y baja tensión para los interfonos de las enfermeras y aparatos móviles de rayos X.

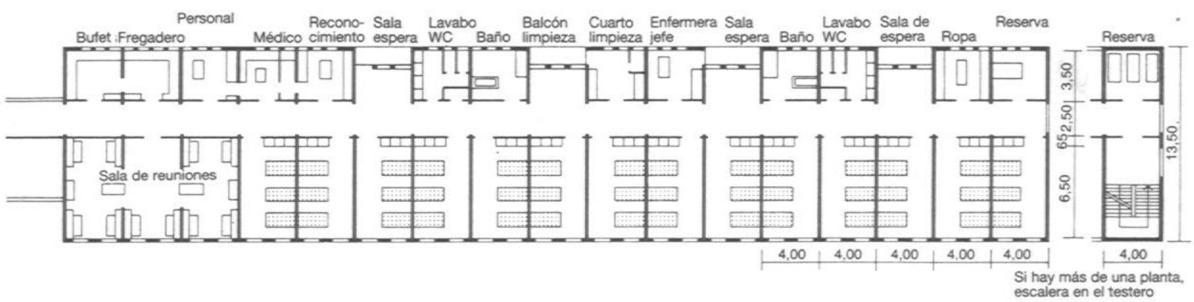
Situación de la unidad. La unidad de cuidados intensivos quirúrgicos debería estar en las proximidades, y a ser posible en el mismo nivel, que la zona de quirófanos. La unidad de cuidados intensivos de medicina interna debería estar cerca de la zona de ingresos y urgencias. Las unidades de cuidados intensivos no especializados deberían estar en las proximidades de la unidad de urgencias y de la zona de quirófanos. Es conveniente que los recorridos hasta el laboratorio de análisis clínicos, así como hasta el banco de sangre, sean cortos.

Unidades de asistencia
Las unidades de asistencia se organizan como unidades cerradas. Debe evitarse el paso a través de ellas mediante una organización metódica de las circulaciones (véase: Formas constructivas, p. 486). Las habitaciones de un hospital han de tener iluminación natural; las salas auxiliares (tratamiento, salas para enfermeras, farmacia) pueden proyectarse en la zona interior iluminada con luz artificial.

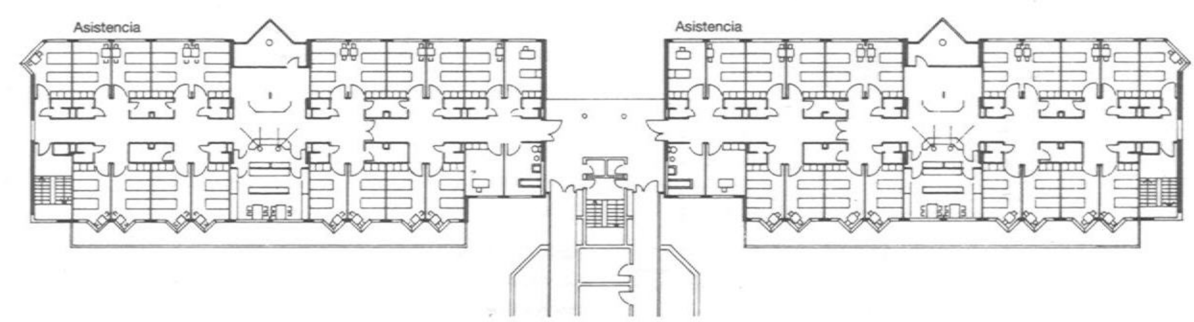
Departamentos de asistencia
Las unidades de asistencia se asignan a las diferentes especialidades y se dividen en grupos de asistencia. A cada unidad de asistencia le deberían corresponder como máximo 20 a 28 camas (datos de la Sociedad de Hospitales Alemanes), para una asistencia adecuada. El equipamiento de las habitaciones depende del tipo, clase y gravedad de la enfermedad.

Se ha de distinguir entre las siguientes unidades de asistencia:
- unidad de asistencia normal
- unidad de asistencia intensiva
- unidad de asistencia especial

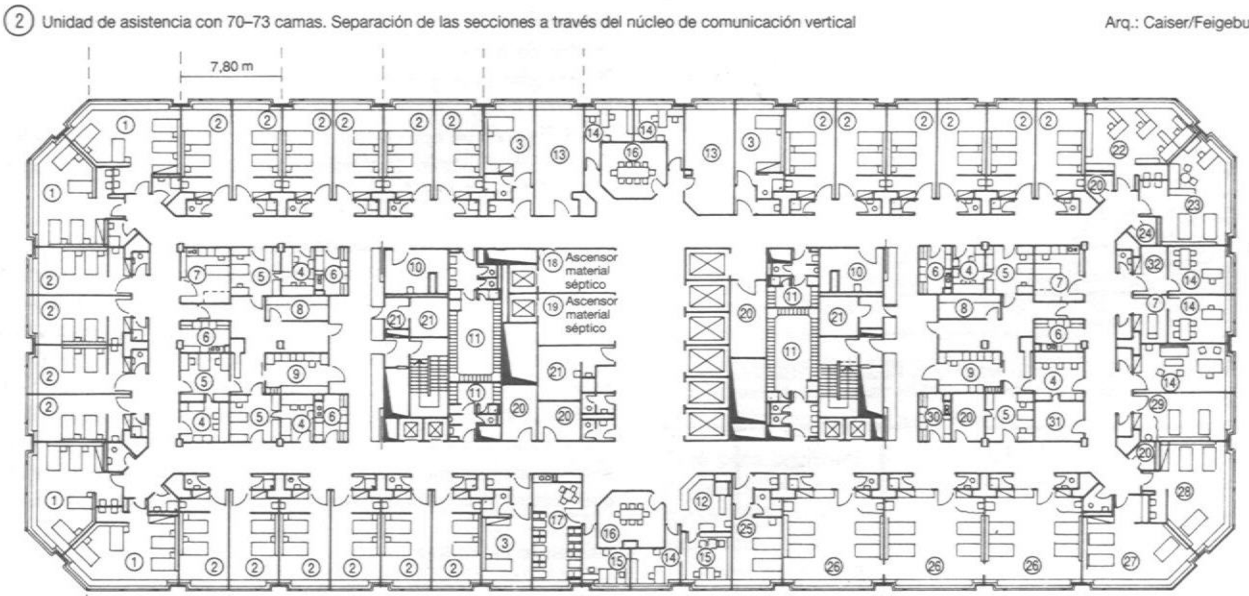
En las unidades de asistencia intensiva y especial el número de camas por grupo de asistencia no debería superar las 6–10 camas. Las habitaciones deben ordenarse de manera que quede suficiente libertad de movimiento y que las camas sean accesibles desde dos lados. Así mismo deben disponer de suficiente número de armarios para los pacientes, suficiente espacio para los medios auxiliares de cuidado (carrito, silla de noche) y para los utensilios médicos.



(1) Unidad de asistencia para enfermos leves, 42–45 camas — Arq.: Hebebrandt

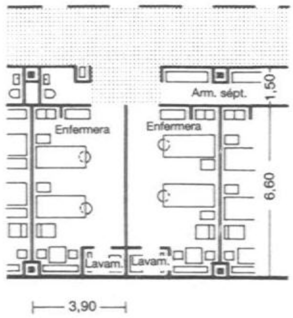


(2) Unidad de asistencia con 70–73 camas. Separación de las secciones a través del núcleo de comunicación vertical — Arq.: Caiser/Feigebutz

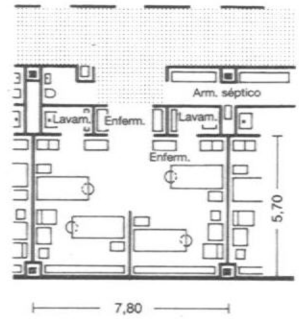


(1) Habitaciones de 4 camas
(2) Habitaciones de 2 camas
(3) Habitaciones de aislamiento
(4) Médicos
(5) Enfermeras
(6) Vertedero
(7) Reconocimiento
(8) Cocina
(9) Farmacia
(10) Baño
(11) Gdrr./pers.
(12) Recepción
(13) Estar pacientes
(14) Médico-jefe
(15) Enfermera-jefe
(16) Sala entrevistas, reconocim.
(17) Estar pers.
(20) Aparatos
(21) Cuarto limpieza
(22) Secretariado
(23) Diálisis
(24) Vestuario
(25) Reanimación
(26) Diálisis continuo
(27) Diálisis peritoneal
(28) Hepatitis crónica
(29) Hemodiálisis
(30) Vertedero
(31) Historiales clínicos
(32) Radiografías

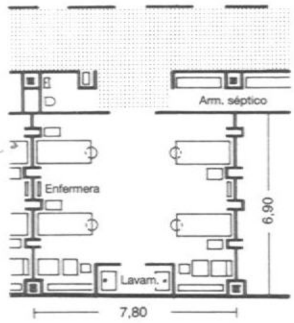
(3) Unidad de asistencia, 90–96 camas — Arq.: Suter y Suter



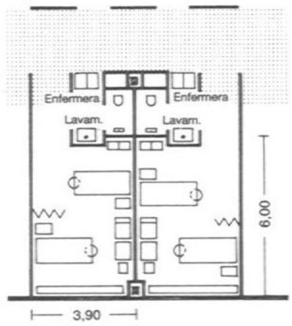
① Habitación de dos camas con lavamanos junto a la fachada y puesto de trabajo para la enfermera



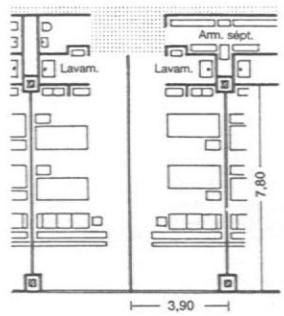
② Habitación de cuatro camas con lavamanos y WC en el interior



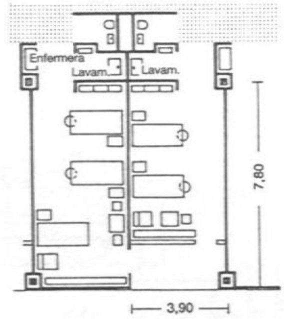
③ Habitación de cuatro camas con lavamanos junto a la fachada y puesto de trabajo para enfermera



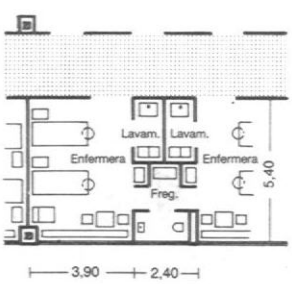
④ Habitación de dos camas con lavamanos y WC en el interior



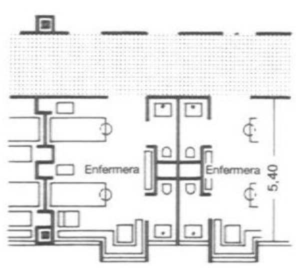
⑤ Habitación de dos camas con lavamanos y WC en el interior y un balcón



⑥ Combinación de habitación doble y triple con balcón



⑦ Habitación de dos camas con WC para cuatro personas



⑧ Habitación de dos camas con 1 WC y 1 lavamanos por cama



⑨ Habitación individual con vestíbulo



⑩ Habitación individual sin vestíbulo y con posibilidad de observación desde el pasillo

Unidades de asistencia normal para asistencia clínica estacionaria (función principal de la mayoría de hospitales), fundamentalmente enfermos ocasionales que permanecen poco tiempo. Las unidades de asistencia normal pueden superponerse en varios pisos, según el espacio disponible y el tipo de organización del hospital. Los pacientes graves se trasladan de las unidades de asistencia normal a las unidades de asistencia intensiva.

Grupos de asistencia intensiva para pacientes bajo observación constante, se disponen generalmente junto a las correspondientes salas de reconocimiento y tratamiento. Las salas se han de proyectar generalmente con dimensiones mayores a las habitaciones de asistencia normal, ya que requieren más instrumentos y volumen de material.

En las **unidades de asistencia especial** se interna a los pacientes con necesidades especiales, como son recién nacidos, enfermos infecciosos, pacientes en observación, enfermos crónicos, pacientes en rehabilitación, neuróticos e hipocondríacos, etc. Estos pacientes suelen permanecer en el hospital más tiempo que la media general.

Organización

Los trabajos de asistencia en la unidad de asistencia normal se organizan en cuidados básicos, tratamiento, asistencia a los pacientes, administración y aprovisionamiento.

Los **cuidados básicos** abarcan actividades que afectan a las necesidades corporales normales de todos los pacientes. Esto significa ayuda en el cuidado del cuerpo: alimentación, evacuación, higiene personal, movimientos, etc.

A los **cuidados de tratamiento** pertenecen actividades como diagnóstico, terapia y rehabilitación general. Esto significa ayuda en todas las tareas de diagnóstico y terapéutica del médico: tomar el pulso, medir la temperatura, la presión arterial y el peso, poner inyecciones, etc.

Tipos de organización de la asistencia

Los trabajos de asistencia se pueden organizar básicamente de tres formas diferentes:

Asistencia mediante enfermeras de servicio (asistencia funcional, rondas de asistencia)

En este caso se asignan todos los trabajos de cuidado de un grupo de 16 a 18 pacientes a un grupo de enfermeras, cada una de ellas se encarga de un tipo de trabajo, bajo la dirección de una enfermera–jefe. Principio de división de trabajos con personal especializado para cada tarea.

Grupo de asistencia (asistencia en equipo)

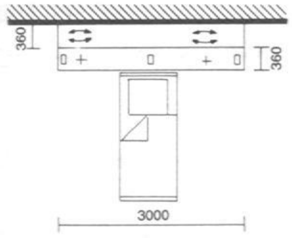
En este caso se asignan todos los trabajos de cuidado de un grupo de 16 a 18 pacientes a un mismo equipo sanitario. Este equipo realiza, independientemente y con responsabilidad propia, todos los trabajos necesarios. La responsabilidad de la asistencia global es de todo el equipo (por ello también se llama Team–Nursing). Cada 4 a 6 grupos de asistencia constituyen organizativamente una unidad de asistencia bajo dirección de una enfermera–jefe. El grupo de asistencia aporta un concepto de jerarquía diferente que posibilita un cuidado más individualizado de los pacientes.

Asistencia individual

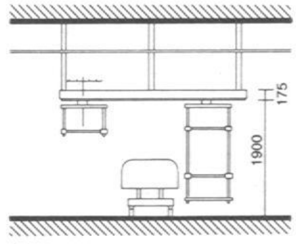
La creciente insatisfacción respecto a la asistencia hospitalaria ha impulsado la búsqueda de nuevas formas de asistencia; especialmente en EEUU con la asistencia individual, en la que se enfatiza la continuidad de la asistencia y la relación entre paciente y enfermera. Las enfermeras tienen mayor responsabilidad individual que en la asistencia en grupo porque tienen que tomar decisiones individualmente. La organización de la asistencia individual es más compleja que en los dos tipos anteriores.

HOSPITALES

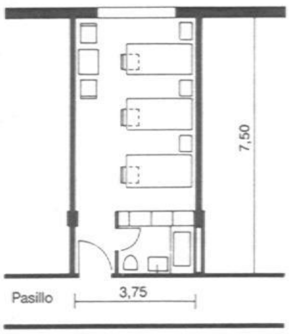
UNIDAD DE ASISTENCIA →



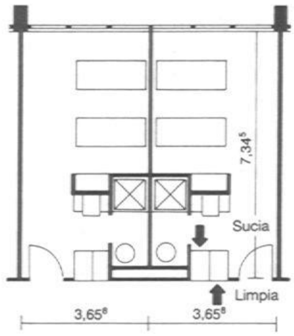
① Habitación individual de tratamiento intensivo con guía de aprovisionamiento



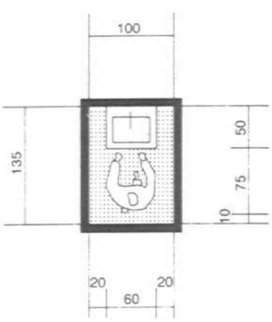
② Sección → ①



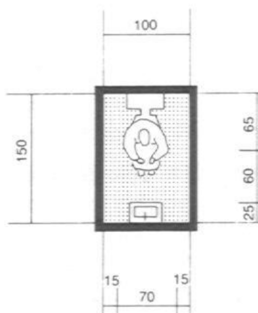
③ Habitación de 1 a 3 camas, con baño



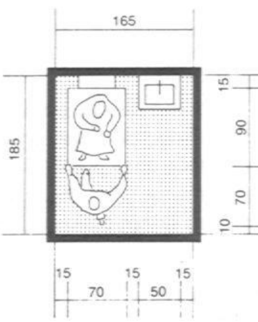
④ Habitación doble con baño y armario compartimentado para el cambio de ropa



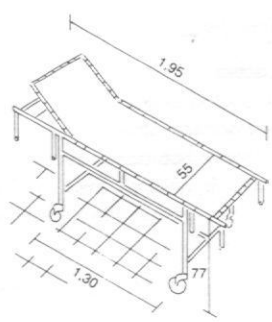
⑤ Lavamanos



⑥ Inodoro y lavamanos



⑦ Inodoro, lavamanos y silla para desplazar al paciente



⑧ Camilla

Actividad	Paciente con movilidad limitada por tener que guardar cama y/o ligera disfunción	Paciente con movilidad limitada por tener que guardar reposo absol. y/o grave disfunción
1 Cuidado corporal	2 × día/1 persona Ayuda para lavarse	2 × día/2 personas Lavado del paciente
2 Ayuda para defecar	4 × día/1 persona	4 × día/1 persona
3 Hacer camas	2 × día/2 personas	3 × día/2 personas
4 Cambio posición	—	3 × día/2 personas
5 Movilización	1 × día/1 persona	3 × día/1-2 personas
6 Medidas preventivas	2 × día/1 persona	3 × día/1-2 personas
7 Alimentación y ayuda en la ingesta	3 × día/1 persona Preparación	4 × día/1 persona Ayuda en la ingestión
8 Vigilancia const. vitales	2 × día/1 persona	3 × día/1 persona
9 Vigilancia del enfermo	2 × día/1 persona	2 × día/1 persona
10 Información e instrucciones	2 × día/1 persona	2 × día/1 persona
11 Conversación sobre tratam.	2 × día/1 persona	3 × día/1 persona
12 Entrevista con familiares	2 × semana/1 persona	2 × semana/1 persona
13 Planificación asistencia	2 × día/mín. 2 pers.	3 × día/mín. 2 pers.
14 Documentación	2 × día/mín. 2 pers.	3 × día/mín. 2 pers.
15 Ayuda especializada	—	—
16 Otras tareas de asistencia	3 × día/1 persona	6 × día/1 persona

⑨ Tipos de asistencia

Dimensiones de las habitaciones. Cada cama ha de ser accesible desde los dos lados longitudinales. La mesa y las sillas se han de situar de manera que no tengan que moverse o sacarse al pasillo para cambiar de cama al paciente. La profundidad de las habitaciones de un hospital se obtiene a partir de las siguientes dimensiones mínimas: anchura de las camas: 90-95 cm, separación entre camas: 90 cm, separación entre cama y pared: 80 cm, y separación entre cama y pared con ventanas: 130 cm.
La anchura de las habitaciones de un hospital se obtiene a partir de las siguientes medidas: longitud de las camas: 220 cm, y espacio libre para el transporte de camas: 125 cm.
De todas maneras, la anchura libre de las habitaciones no debería ser inferior a 375 cm, ya que en caso contrario el transporte de camas exige un esfuerzo considerable. En las unidades de asistencia quirúrgica el espacio necesario es mayor debido a los aparatos que se han de colocar. Las normas alemanas fijan las siguientes medidas mínimas para las habitaciones de los hospitales: habitaciones individuales: 10,0 m^2/cama, habitaciones dobles: 8 m^2/cama.
Los lavamanos, inodoros y armarios empotrados que puedan existir en las habitaciones no se han de incluir en el cómputo de la superficie. La altura libre ha de ser como mínimo de 2,70 m.

Cama para enfermos. Las camas de enfermos han de poder ser desplazadas, con o sin paciente, por una enfermera; se han de poder frenar los desplazamientos laterales. La superficie de la cama ha de ser de 2,20 × 0,95 m (en camas especiales 2,40 × 1,00 m), la altura se ha de poder graduar, según las necesidades, entre 45 y 85 cm.

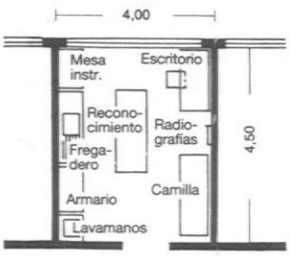
Armario de los enfermos. Por cada cama se ha de prever un armario. Estos se han de colocar de manera que se puedan ver desde la habitación (para evitar robos y sospechas). Los armarios de los pacientes han de tener un espacio de 1,40 m de altura para la ropa, un estante para maletas, un cajón con cerradura para objetos de valor y un zapatero. Las puertas han de tener un ángulo de abertura de 120°.

Aprovisionamiento. El aprovisionamiento de una cama se realiza en la actualidad a través de una única guía, que incluye enchufes, interruptores para la iluminación general y puntual de la habitación, timbre de llamada a las enfermeras, conexiones para gases médicos y vacío, radio y teléfono.

Aparatos sanitarios. El equipamiento de aparatos sanitarios en las habitaciones de un hospital se ha de fijar en función de la ordenación del puesto de trabajo de las enfermeras, del vertedero y de los baños y duchas existentes.

Lavamanos. En todas las habitaciones de un hospital ha de haber un lavamanos accesible desde la propia habitación. En las habitaciones con cuatro camas se han de colocar dos unidades. La anchura mínima del lugar para lavarse es de 1,00 a 1,30 m, la altura del lavamanos debería ser de 0,85 m (canto superior). Delante del lavamanos ha de haber suficiente espacio para mover los codos y las rodillas para el paciente sentado.

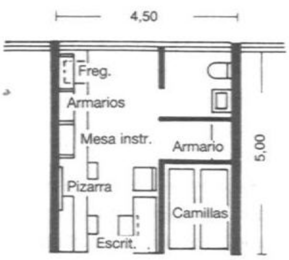
Aseo para pacientes. El inodoro debería ser accesible a los pacientes sin tener que atravesar el pasillo. En los hospitales de nueva construcción debería planearse un inodoro por cada dos camas; hasta ahora se solía situar uno por cada cuatro camas. En todos los aseos se debe colocar un pequeño lavamanos. La anchura del aseo ha de ser como mínimo de 1,00 m, la profundidad depende de la abertura de la puerta y de las medidas del lavamanos, pero como mínimo debería ser de 1,50 m. Las puertas no deberían abrirse hacia dentro, excepto si las enfermeras pueden abrirlas también hacia fuera utilizando una llave. A los lados del inodoro se han de colocar barras de apoyo. Debería colocarse también un toallero automático de un sólo uso y un expendedor de jabón.



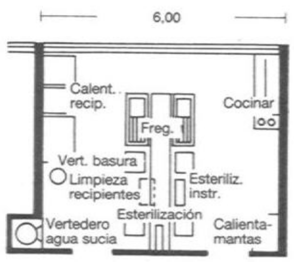
① Sala de reconocimiento



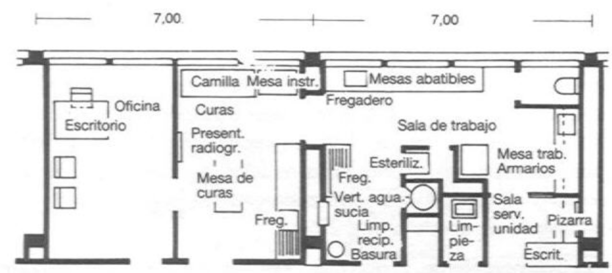
② Sala de servicio de la unidad



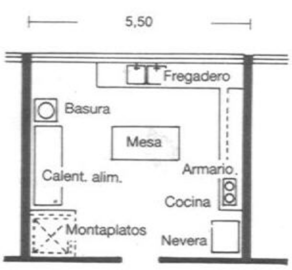
③ Sala de servicio de la unidad, con aseo, armario y espacio para camillas accesible desde el pasillo



④ Sala de trabajo para las enfermeras en grandes unidades, separado en zona séptica y aséptica



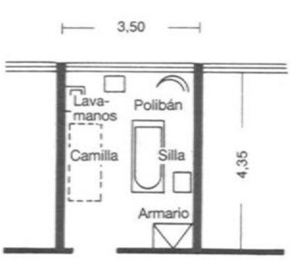
⑤ Conjunto formado por sala de médicos, sala de curas, sala de trabajo para enfermeras y sala de servicio de la unidad. Arq.: Rosenfield



⑥ Cocina de la unidad, eventualmente con montaplatos



⑦ Bufet de unidad



⑧ Baño



⑨ Farmacia de la unidad

Combinación lugar para lavarse/WC
Esta combinación es adecuada en habitaciones individuales y ha de ser accesible desde la propia habitación.

Las **duchas** deberían disponerse en un lugar central para varias habitaciones. Con esto se garantiza que el personal mantenga el control de su utilización. Se han de colocar barras de apoyo y una esterilla antideslizante. La temperatura de salida del agua caliente no debería ser superior a 45° (peligro de quemaduras). El equipamiento básico consiste en un banco para sentarse, suficiente espacio para ropa y utensilios, un espejo y un toallero. Las puertas han de abrirse hacia fuera para evitar el bloqueo por un paciente que se haya caído.

Salas de mantenimiento (unidades de asistencia normal)
La distribución y el equipamiento se han de fijar de acuerdo con las necesidades y procesos de trabajo específicos.

Sala de trabajo séptica
El personal debería poder acceder a esta sala sin atravesar el pasillo. Cada 8 camas debería proyectarse un cuarto de trabajo séptico. Ha de estar equipado con un fregadero de limpieza, otro de desinfección, un lavamanos, superficie de trabajo iluminada y armarios o estantes para sacos vacíos de ropa sucia. Tamaño aprox.: 8-10 m^2.

El **puesto de servicio** de las enfermeras ha de estar abierto hacia el pasillo, el puesto de trabajo y el escritorio debería estar en posición central respecto a las habitaciones servidas. Tamaño: 6 m^2.

Puesto de trabajo de las enfermeras
Lo más favorable es que haya un puesto de trabajo para las enfermeras en cada habitación, con una tabla de trabajo y un pequeño armario para guardar utensilios médicos asépticos.

Sala de descanso para el personal
Cada media unidad debería existir una sala de descanso para permitir al personal retirarse a un lugar tranquilo. En las grandes unidades se ha de prever una separación entre fumadores y no fumadores. Tamaño de las salas de descanso: 10-12 m^2.

Cocina
La cocina puede ser una ampliación de la sala de descanso. En ella debería ofrecerse al personal la posibilidad de preparar alimentos o bebidas en las pausas cortas (cuando no se puede abandonar la unidad). Debería estar en el centro de la unidad, para que el recorrido a todas las habitaciones sea lo más corto posible. Tamaño: 8-10 m^2.

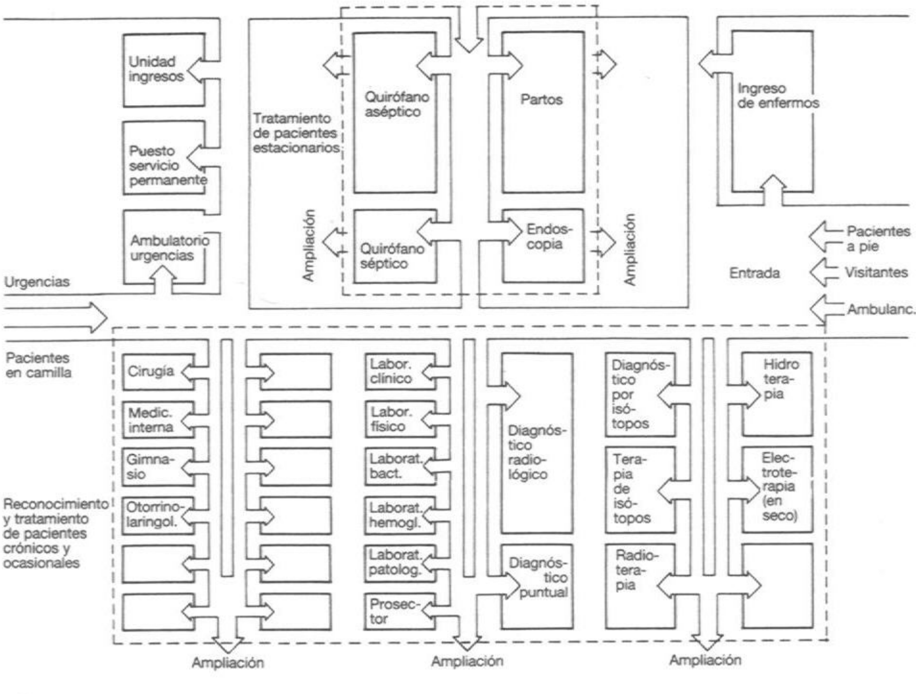
Sala de médicos, sala de reconocimiento y curas
Estas salas han de estar combinadas entre sí, ya que funcionalmente están en estrecha relación. Es conveniente que además estén junto a la sala de servicio de las enfermeras, en el centro de la unidad. El tamaño de cada sala depende de la especialidad médica (16 a 18 m^2).

Sala de trabajo aséptica
En ella se almacenan medicamentos, utensilios y cánulas, necesarios para el aprovisionamiento médico de la unidad. Además se han de guardar los instrumentos y aparatos preparados anteriormente en la → Central de esterilización. Tamaño: 15 m^2.

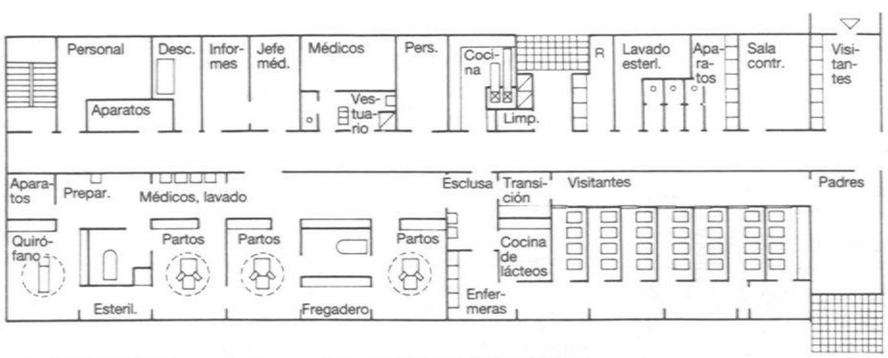
Baño para los pacientes
El equipamiento estándar consiste en una bañera con tres de sus lados libres o un polibán, WC, y un lavamanos. El baño ha de ser suficientemente grande para que dos enfermeras puedan trasladar al paciente de la camilla a la bañera. Tamaño: 15 m^2.

HOSPITALES

UNIDAD DE TRATAMIENTO MATERNIDAD →



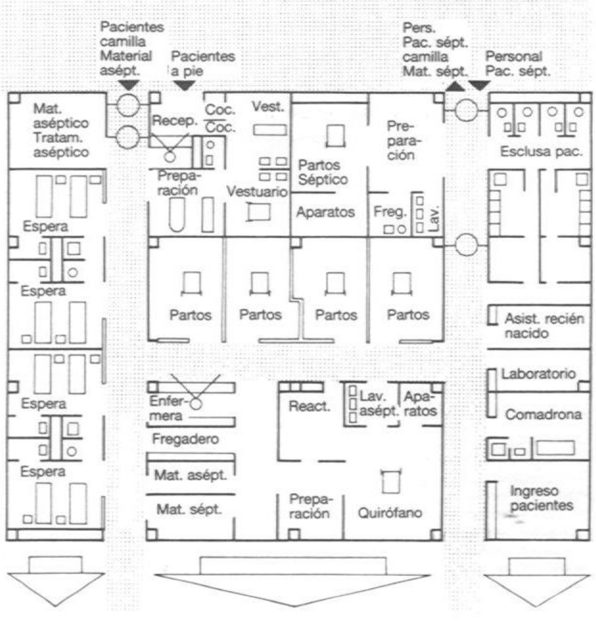
① Esquema de accesos y distribución de las secciones en la unidad de reconocimiento y tratamiento



② Hospital Waldbröl, 448 camas; baño y zona de lavado directamente accesible desde cada 2 plazas alumbramiento Arq.: Karl Monerjan



③ Clínica privada Durlach, 180 camas; Karlsruhe, Arqs.: Bohne, Colling, Schneider



④ Unidad de neonatología con unidad aséptica de partos

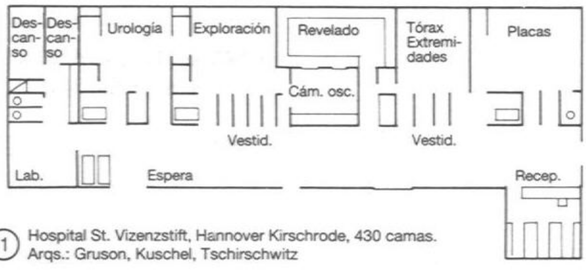
Unidad de reconocimiento y tratamiento

En el funcionamiento de los hospitales se han producido importantes modificaciones en los últimos treinta años. La proporción de las unidades de cuidado se ha reducido del 70 % al 40 %, mientras que la superficie de las unidades de tratamiento ha aumentado en un 100 %. Esta evolución se explica por las crecientes exigencias de la asistencia médica y las tareas de diagnóstico y terapia. Es importante la yuxtaposición de todas las disciplinas en una unidad global para garantizar una mejor cooperación y coordinación. Las alas de tratamiento deberían orientarse a norte, a ser posible con acceso central y sin circulación a través.

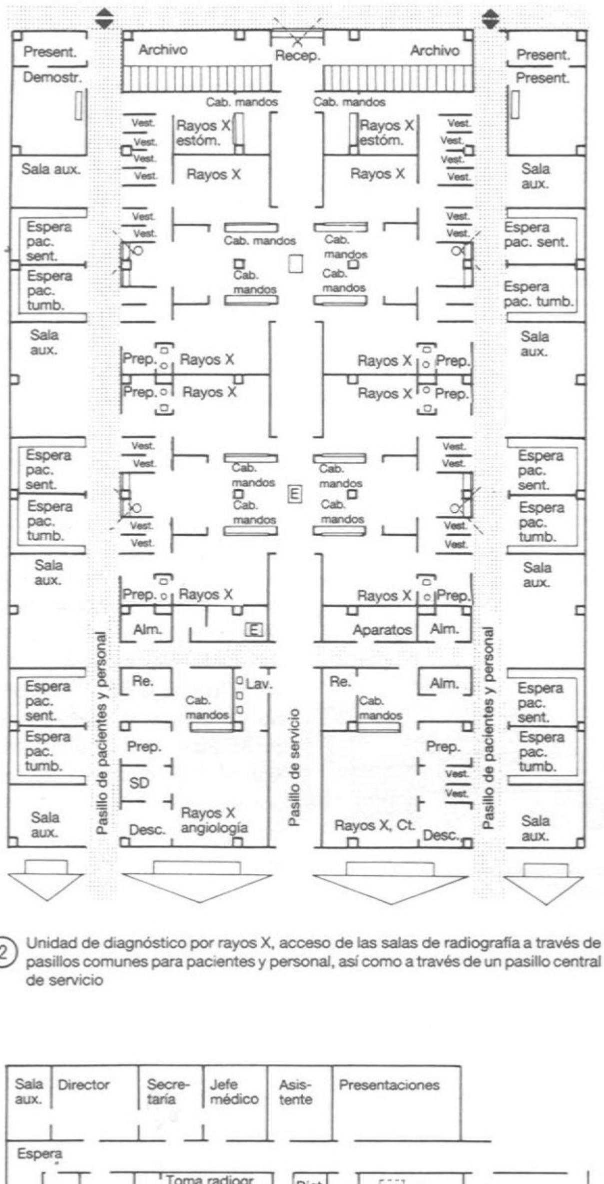
Maternidad

La maternidad comprende la asistencia y el tratamiento de enfermedades y complicaciones durante el embarazo, así como la preparación, vigilancia y tratamiento posterior de nacimientos normales o patológicos, incluidas las intervenciones quirúrgicas, en caso de ser necesarias. La unidad de maternidad se subdivide en las siguientes unidades funcionales: parto, asistencia al recién nacido y revisión semanal. La unidad de partos forma una unidad cerrada (con esclusas).

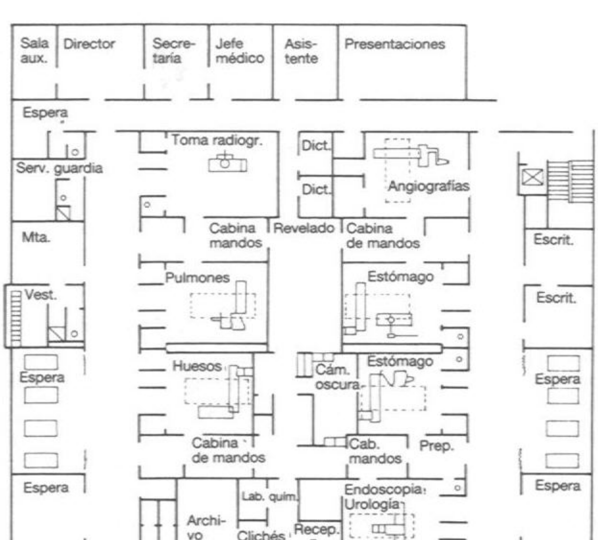
La **secuencia funcional** que debería contemplar el proyecto es: espera, ingreso, baño, preparación, espera (sala de contracciones), parto. Antes, lo habitual era colocar de 4 a 6 camas en una «sala circular», pero en la actualidad se prefiere una habitación para cada madre. Las salas de parto requieren un elevado aislamiento acústico; todas las habitaciones han de estar equipadas con bañera para bebés, mesa y un pequeño aparato de respiración. Desde el puesto de servicio de la comadrona deberían verse todas las salas de partos y la entrada. Los partos quirúrgicos necesitan una sala de operaciones aséptica con todos los accesorios y la presencia de un anestesista.



① Hospital St. Vizenzstift, Hannover Kirschrode, 430 camas.
Arqs.: Gruson, Kuschel, Tschirschwitz



② Unidad de diagnóstico por rayos X, acceso de las salas de radiografía a través de pasillos comunes para pacientes y personal, así como a través de un pasillo central de servicio



③ Hospital Munich-Perlach, 687 camas Arqs.: Wichtendahl, Roennich

Unidad de tratamiento de medicina interna

En esta unidad se encuentran todos los dispositivos de reconocimiento y tratamiento de la medicina interna. A ella pertenecen, según el tamaño del hospital, cardiología, angiología, neumología, endocrinología y gastroenterología. El grupo de servicio médico comprende una secretaría (20 m^2) situada entre la sala de médicos (15-20 m^2) y la sala del jefe médico (20-25 m^2), sala de reconocimientos (25 m^2), archivo, sala de espera de pacientes, sala de personal (15 m^2).

Radiología

A la **radiología** pertenecen las especialidades que emplean rayos ionizados para fines terapéuticos y de diagnóstico. Entre ellas se encuentran: diagnóstico radiológico, radioterapia y medicina nuclear. En el planeamiento se ha de tener en cuenta una buena integración con la unidad de reconocimiento y tratamiento, recorridos cortos para los pacientes crónicos, ocasionales o accidentados y circulaciones separadas para el personal y los pacientes.

Diagnóstico radiológico

Es importante una conexión visual entre la cabina de mandos y la sala de reconocimiento. Los recorridos desde el ingreso de pacientes, servicio de urgencias, servicio médico, endoscopia y zona de quirófanos deberían ser cortos. Por lo general, los pacientes a reconocer no están debilitados por lo que no se han de adoptar medidas especiales de higiene. Las tareas de diagnóstico por rayos X abarcan: inscripción, reconocimiento por rayos X y realización de la radiografía, revelado, diagnóstico (valoración de la radiografía), presentación y archivado. En la unidad de reconocimiento por rayos X se ha de distinguir entre: unidades funcionales en las que se realizan exámenes radiológicos, reconocimientos generales, toma de clichés reticulares normales o clichés por capas (sala de rayos X: 35 m^2). Además se han de incluir 2 vestuarios, WC (exploración del intestino y estómago), sala de preparación y descanso, cabina de mandos, sala de transformadores y cuadro de interruptores.
Unidades funcionales para tomografía asistida por ordenador (sala de toma de clichés: 35 m^2) con dos vestuarios, sala de preparación, cabina de mandos, sala de cálculo, generador de alta tensión y cuadro de interruptores. Por motivos de seguridad, en el planeamiento se ha de respetar la norma DIN 6812 y la normativa de rayos X del 1.3.1973. En las normas se distingue entre zona de control y zona de vigilancia. En la zona de control las personas pueden recibir una radiación máxima de 1,5 rem. Estas salas se han de proteger especialmente (paredes de plomo). Según la norma VDE 0750 las instalaciones de rayos X pertenecen a la clase de protección 1. Por ello se han de adoptar medidas especiales de protección en las canalizaciones eléctricas (raíles eléctricos, raíl de igualación de potencia, interruptor de protección de fallo de corriente).

	Máxima tensión de funcionamiento (kV)	Grosor mínimo Plomo (mm)	Hormigón (mm)
Exploración	75	1,0	120
Toma de radiografías	100	1,5	120
Dermoterapia	100	1,5	120
Irradiación media	150	2,5	–
Irradiación profunda	175	3,0	–
Irradiación profunda	200	4,0	220
Irradiación profunda	225	5,0	–
Irradiación profunda	300	9,0	–
Irradiación profunda	400	15,0	260

④ Valores mínimos de protección (según Rendich y Braestrup)

UNIDAD DE TRATAMIENTO RADIOTERAPIA

→📖

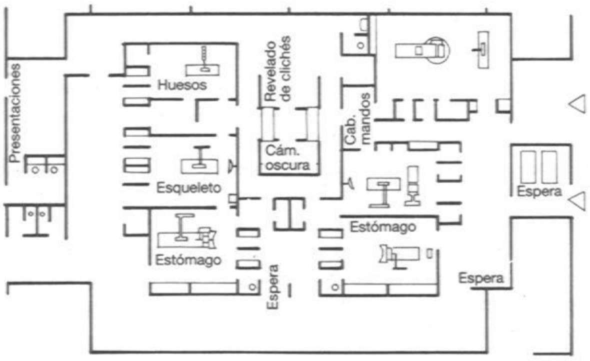
La unidad de **radioterapia** se estructura en las siguientes **funciones:** inscripción, planificación de la radiación, radiación y funciones auxiliares. En la recepción se anotan los datos del paciente y se le asigna hora de tratamiento. En la planificación médica de la radiación se averigua la posición y tamaño del tumor mediante aparatos de rayos X, de sonografía y termografía. Se necesitan dos vestidores para exploraciones previas, 2-3 vestidores para la sala de localización con rayos X y 2-3 vestidores para la toma de clichés transversales del cuerpo. Para el planeamiento físico de la radiación se necesita un puesto de trabajo con sistema de cálculo (20 m^2). Para realizar la radiación se necesita una sala de preparación, 2-3 vestidores, una cabina de mando, una sala de postexploración y una sala de máquinas. Para las funciones auxiliares se necesitan salas para presentaciones, laboratorio de calibrado y medición de la radiación, taller mecánico, taller electrónico, cuarto de utensilios, almacén y cuarto de limpieza. Las instalaciones para el personal comprenden: salas para el servicio médico, servicio físico, sala de descanso, vestuario para el personal, ducha y WC.

Por **motivos higiénicos** las salas de espera de pacientes, exploración, localización, preparación y radiación han de estar bien ventiladas. La norma DIN 1946, parte 4, exige entre 4 y 5 renovaciones de aire/hora. En las salas destinadas a radioterapia los **requisitos de seguridad** son especialmente elevados. Se han de cumplir las siguientes normas (en Alemania): Ley del Átomo (1976), Protección frente a las Radiaciones (1976), Normativa de los Rayos X (1973), Directrices sobre la Protección de Accidentes para la aplicación médica de materiales radioactivos, DIN 6811, DIN 6812, DIN 6846, DIN 6847 y DIN 6834. La protección frente a la radiación mediante elementos constructivos se puede alcanzar colocando plomo o con gruesas paredes de hormigón.

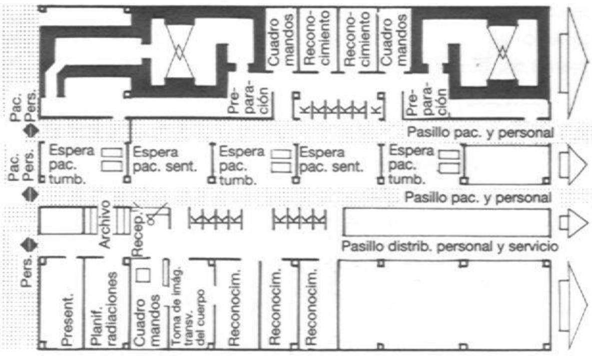
El elevado peso propio de los aparatos de radiación y la necesaria protección constructiva frente a los rayos, exigen la situación de la unidad de radioterapia en el sótano o en la planta baja. La altura libre de las salas de radiación ha de ser de 4,30 m, el espesor de las paredes de hormigón ha de ser de 3,00 m en las salas de tratamiento y exploración y de 1,50 m en las salas secundarias de la unidad.



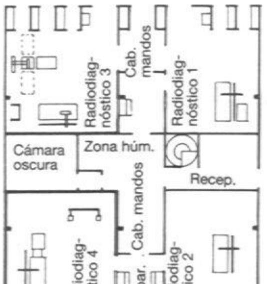
① Hospital Municipal de Fulda, 732 camas. Arq.: Köhler, Kässens
Situación en el centro de la unidad de reconocimiento; junto a la sección de diagnóstico funcional y de medicina nuclear



② Hospital Stade, 616 camas. Arq.: Poelzig
Situación en una planta con laboratorio. Se han asignado salas de espera específicas para las salas de diagnóstico con citoscopias. El acceso es doble.

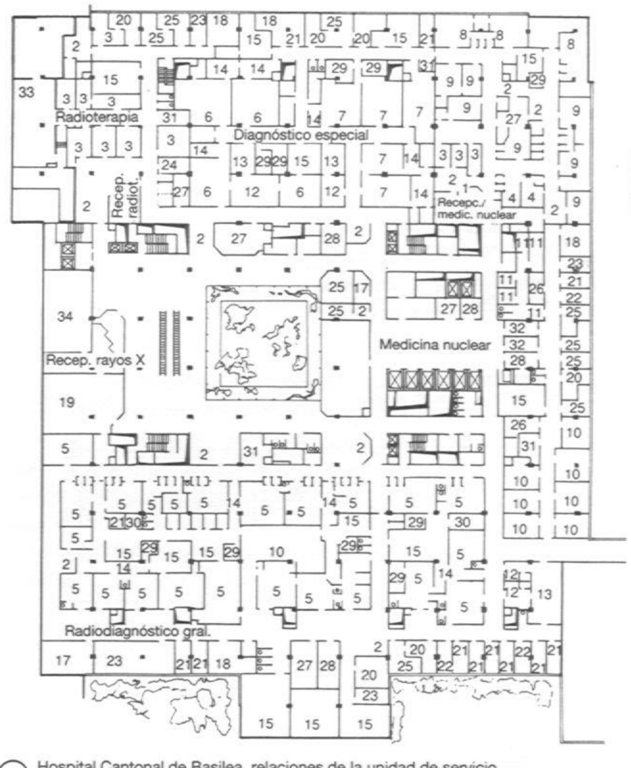


③ Radioterapia con disposición indirecta de los vestidores respecto a las salas de reconocimiento



Leyenda → ⑤
Salas más importantes:
2 = Espera
3 = Reconocimiento
4 = Tratamiento
5-7 = Radiodiagnóstico
8-11 = Medicina nuclear
21-23 = Salas para médicos
25 = Despacho
26 = Aparatos
27 = Material aséptico
28 = Material séptico
29-34 = Funciones auxiliares

④ Unidad de radiodiagnostico en forma de cruz, E: 1:5000, Clínica Universitaria de Bonn. Arqs.: Köhler, Kässens



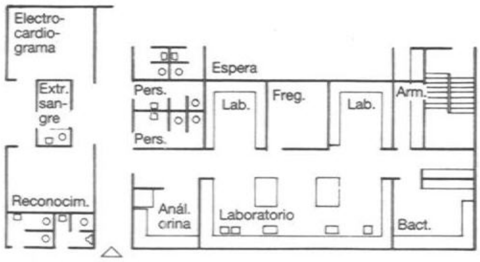
⑤ Hospital Cantonal de Basilea, relaciones de la unidad de servicio.
Las secciones de radioterapia, medicina nuclear y radiodiagnóstico están situadas en una planta. Acceso común. Arqs.: Suter y Suter

Hospitales

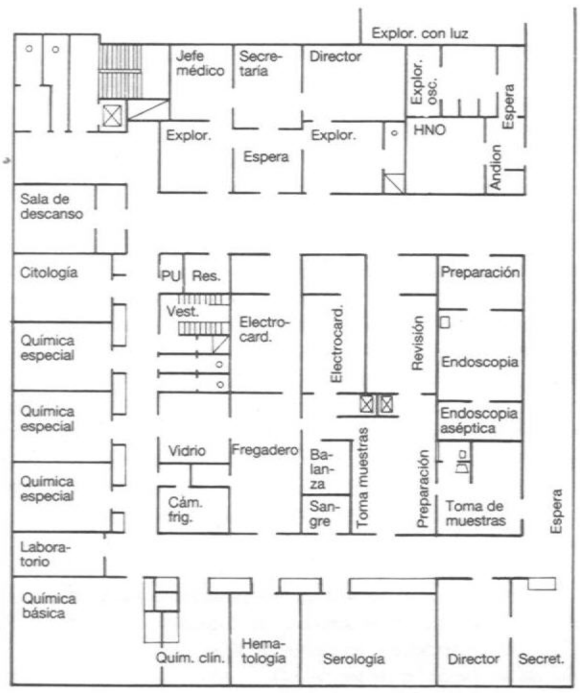
Unidad de tratamiento

Las **funciones** del **laboratorio clínico** se estructuran en: extracción, distribución y manipulación de las muestras y funciones auxiliares. Las tareas de manipulación de las muestras se realizan en el laboratorio clínico-químico, en el laboratorio hematológico o en un laboratorio especial (laboratorio de defecaciones, laboratorio de emergencia, laboratorio biogenésico). Para las funciones auxiliares se han de considerar: fregadero, sala de desinfección, esterilización de instrumentos, almacén, cámara frigorífica, sala de entrevistas y sala de espera para los pacientes. A ello se le añaden salas de descanso, vestidores, escritorio y despacho para el personal de laboratorio. Para garantizar la **seguridad**, del personal y de los pacientes, se han de respetar las normas sobre laboratorios químicos y similares. El laboratorio clínico está **relacionado funcionalmente** con el servicio de urgencias, el ingreso de pacientes, la unidad de quirófanos, las unidades de cuidados intensivos, ginecología, asistencia normal y aprovisionamiento de medicamentos. Es conveniente una situación en el centro con recorridos cortos. Por **motivos higiénicos** la microbiología se ha de organizar como unidad aislada o compartimentada con esclusas. Todas las salas han de recibir, a ser posible, luz natural. Las salas de microscopios se han de orientar a norte. La anchura de las puertas no debería ser inferior a 1,00 m. Tamaño aproximado de la unidad: 1,0-0,8 m² de superficie útil por cama.

La unidad de **diagnóstico funcional** está en estrecha relación con el laboratorio. Se estructura en recepción, exploraciones cardiológicas, respiración y análisis de gases, exploración neurofisiológica y funciones auxiliares. A las salas de reconocimiento (15 m²) se ha de llegar después de pasar por un vestidor. Las funciones auxiliares se concentran en las siguientes salas: central informática, archivo, depósitos de aparatos, sala de espera (asientos), sala de médicos, sala de descanso para el personal y vestuario para el personal. Está **relacionado funcionalmente** con la unidad de quirófanos y la unidad de diagnóstico por rayos X. El diagnóstico funcional (igual que el laboratorio clínico) evoluciona rápidamente, por lo que en la planificación debería conseguirse la máxima flexibilidad posible y prever posibilidades de ampliación, por ello, el equipamiento definitivo de estas salas no debería decidirse hasta poco antes de la entrada en funcionamiento del hospital.



① Clínica comarcal de Soltau, 354 camas Arqs.: Poelzig/Biermann
Separación de las salas con y sin circulación de pacientes: laboratorio rutinario desligado del laboratorio clínico-químico.

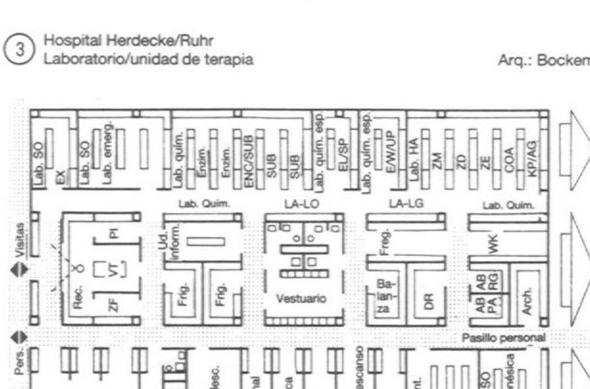


② Hospital Municipal de Munich-Perlach, 687 camas Arqs.: Wichtendahl y Roemich
Unidad de laboratorios de un gran hospital

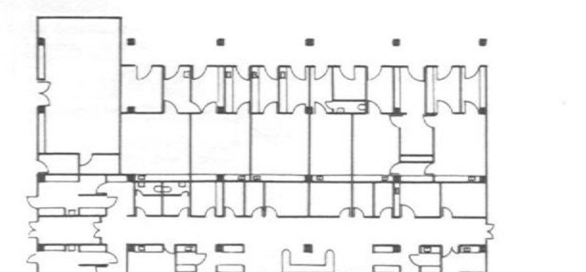


1 Vestíbulo
2 Laboratorio
3 Masaje
4 Baños médicos
5 Provisiones
6 Autopsia
7 Ropa

③ Hospital Herdecke/Ruhr Arq.: Bockemühl
Laboratorio/unidad de terapia



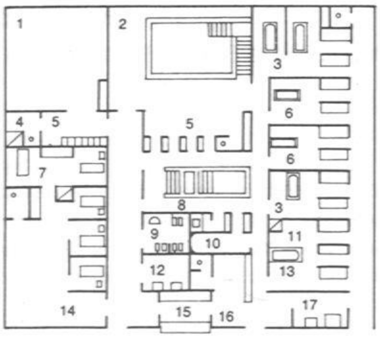
④ Laboratorio clínico con unidades funcionales distribuidas en línea



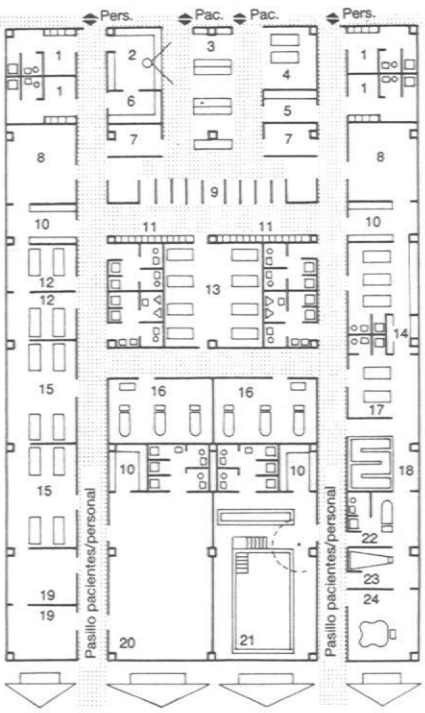
⑤ Hospital Berlín-Neukölln Arq.: Kleihues/König
Endoscopia y diagnóstico de accidentes



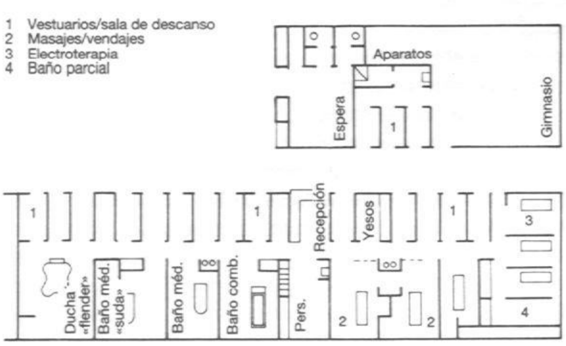
⑥ Diagnóstico funcional con vestidores de acceso directo



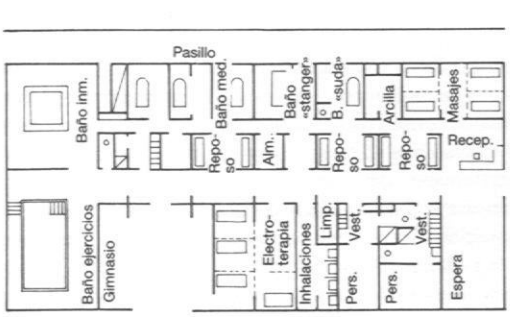
(1) Hospital St. Marienwörth, Bad Kreuzenach, 330 camas — Arq.: Meckenig



(2) Unidad de fisioterapia con vestuarios centrales y sala de descanso



(3) Hospital Velbert, 600 camas — Arq.: Kröger, Rieger



(4) Hospital Municipal de Munich-Perlach, 687 camas — Arq.: Wichtendahl

Unidad de tratamiento de fisioterapia
Por motivos de organización del trabajo, esta unidad se ha de dividir en una zona **«húmeda»** y otra **«seca»**. En la hidroterapia se realizan ejercicios terapéuticos dentro del agua, mientras que en la zona «seca» se realizan movimientos de recuperación y electroterapia. Esta unidad incluye también la zona de accesos y funciones auxiliares. En la zona de acceso se incluye: recepción, almacén de ropa limpia, sala de espera, vestuario para los pacientes, sala de entrevistas, sala de descanso para el personal con una pequeña cocina, vestuario para el personal y depósito de ropa sucia. Entre las funciones auxiliares se encuentran salas con armarios para aparatos y ropa, así como baños y aseos para los pacientes.

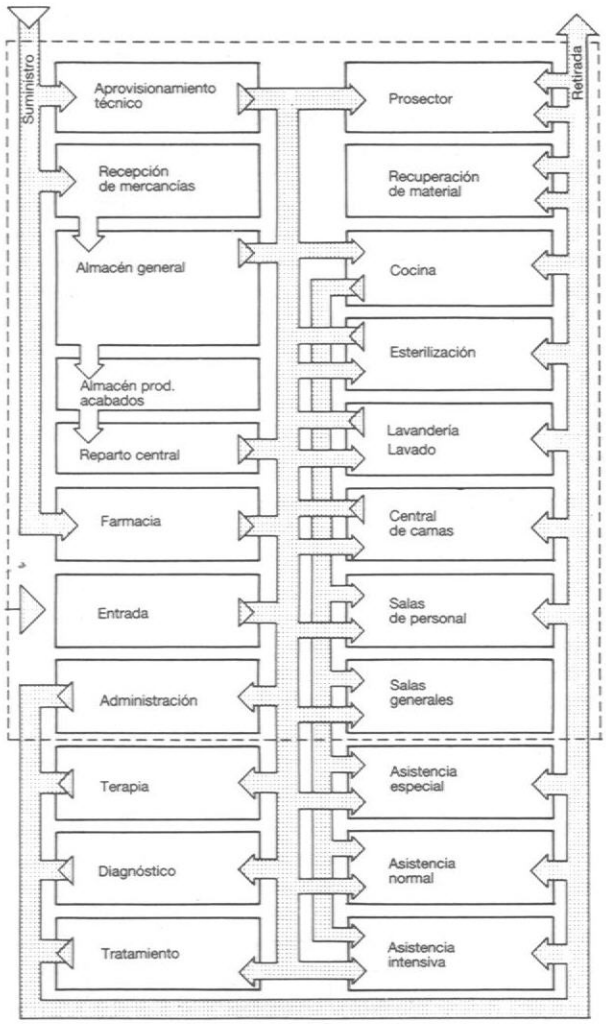
La **«zona húmeda»** está compuesta por baños médicos, baño de sudor y baño «stanger», un gran baño para aplicaciones balnearias, vertidos, baños parciales, duchas katheder, sala para andar y eventualmente una sauna. La **«zona seca»** comprende salas de electroterapia, masajes, inhalaciones individuales, así como un gimnasio con baños y un vestuario. La **higiene** exige la instalación de dispositivos para la desinfección de los pies en las zonas de transición entre los vestuarios y las salas de tratamiento. En las salas de hidroterapia se han de tener en cuenta los problemas físico-constructivos; la altura libre en las salas de ejercicios y en el gimnasio no debería ser inferior a 4,00 m.

La utilización de los servicios de fisioterapia por parte de muchos pacientes externos exige una conexión específica entre la entrada principal y la unidad de fisioterapia. La zona de terapia en seco, junto con las salas de gimnasio, debería estar conectada con las superficies exteriores (césped). Como valor directriz del tamaño de la unidad de fisioterapia debería partirse de 1,4–2,0 m^2 de superficie útil por cama (según la especialidad y el tamaño del hospital). Las plazas de tratamiento deberían ser utilizables simultáneamente por hombres y mujeres.

Especialidades complementarias
El **tratamiento de urología** está relacionado con el diagnóstico por rayos X. La sala de tratamiento (25–30 m^2), con mesa de reconocimiento y tratamiento para exploraciones endoscópicas, debería estar cerca de la unidad de quirófanos. La sala debería estar equipada con lavamanos, irrigador suspendido, sumidero de suelo, conexión para 4–6 voltios (citoscopio), 2 cabinas para cambiarse y aseo. A su lado ha de haber una sala de instrumentos (15 m^2) con esterilizadores, fregaderos, lavamanos y sala de espera para los pacientes. El tratamiento extra-médico se realiza en la sala de tratamiento (25 m^2), que ha de poder oscurecerse. Al equipamiento pertenecen: silla de tratamiento, aparatos de reconocimiento y exploración, camilla de exploración, lavamanos y escritorio. En las proximidades ha de haber una sala de espera para los pacientes.

El **tratamiento otorrinolaringológico** para los pacientes ingresados en el hospital se realiza en las mismas unidades de asistencia. La sala de tratamiento, que ha de poder oscurecerse (25–30 m^2), contiene una mesa de tratamiento para reconocimientos, silla de tratamiento, esterilizador, fregadero, lavamanos, lugar para aparatos móviles, conexión de 4-6 voltios, aire comprimido y extracción de aire. Al lado ha de haber una sala de descanso para el personal y una sala de espera para los pacientes.

El **tratamiento odontológico** es imprescindible en la medicina interna (búsqueda de focos) y en la cirugía (huesos maxilares). Esta especialidad se ha de prever sobre todo en las clínicas de otorrinolaringología y reumatología. La sala de tratamiento (25–30 m^2) contiene una silla de tratamiento con unidad dental, escritorio, lavamanos, aparatos de rayos X y anestesia, fregadero con esterilizador y eventualmente con cámara oscura.



(1) Zona de aprovisionamiento. Relaciones

Salas para el personal
Junto a la unidad de aprovisionamiento, y cerca del lugar de entrega/retirada de material, han de haber vestuarios, lavabos, aseos, cuartos de limpieza, almacenes (para aparatos de limpieza) y a poder ser, salas de descanso.

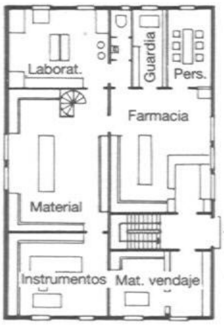
Esterilización
La → **central de esterilización** debería estar en las proximidades de la unidad quirúrgica, ya que la mayoría de instrumentos van destinados a ella. Para esterilizaciones rápidas en intermedios, la unidad quirúrgica debería disponer del equipamiento necesario para subesterilización. En estrecha conexión con la central de esterilización está el almacén general para medicamentos e instrumental médico.

Dispensario
En los centros sin farmacia completa, el suministro de medicamentos que necesitan autorización se realiza desde el dispensario. Este está formado por una sala de trabajo y entrega (25 m^2) con acceso directo desde el pasillo de circulación. El equipamiento se compone de escritorio, lavamanos, fregadero, báscula y armarios con llave. A su lado ha de haber un almacén seco de específicos (15 m^2), una cámara frigorífica (10 m^2), una sala para materiales peligrosos, así como un cuarto de vendas y un almacén húmedo. Todos ellos deben cumplir las normas de bomberos. En los hospitales de nueva planta es más conveniente planificar una → farmacia completa.

Unidad de aprovisionamiento
El aprovisionamiento clínico y técnico se alberga en naves separadas o en la planta sótano del edificio central del hospital. Es conveniente construir un patio de servicio, separado de la entrada principal y orientado a norte. Los recorridos interiores y exteriores se han de coordinar. Se han de evitar las interferencias de las circulaciones con las unidades de asistencia y de tratamiento, así como posibles molestias de ruidos y olores. El **planeamiento de la unidad de aprovisionamiento** se realiza a partir de las diferentes unidades del hospital. El diseño final no se efectúa hasta haber ultimado los detalles de las unidades de asistencia y de tratamiento. La creciente **automatización** exige la colaboración del arquitecto con economistas e ingenieros especializados. Se tiende a una **centralización** cada vez mayor de las instalaciones de aprovisionamiento para reducir los costes de inversión y mejorar el rendimiento laboral. Tanto el aprovisionamiento como la manipulación de los materiales que se utilizan indistintamente en las diferentes unidades del hospital, deberían estar centralizados. El aprovisionamiento y manipulación de los materiales específicos de una unidad debería descentralizarse (instrumental quirúrgico → subesterilización, revelado de radiografías en la unidad de diagnóstico por rayos X). En los años 70 existía una tendencia a reducir la independencia de las unidades de aprovisionamiento de los diferentes hospitales, en favor de un aprovisionamiento global (p.e., grandes cocinas). Este aprovisionamiento conjunto para varios hospitales se está reduciendo en los últimos años. En la actualidad, se tiende de nuevo a un aprovisionamiento independiente para cada hospital. Con ello se pretende evitar el anonimato de las instalaciones hospitalarias, al igual que los largos recorridos de la ropa a grandes lavanderías o a los almacenes centrales.

Medios de transporte
Además de decidir cómo se organiza el almacenaje y la manipulación de los materiales suministrados de los que se pueden reutilizar, se ha de establecer cuáles son los medios de transporte. Generalmente, lo más adecuado para el reparto de material a los puntos de utilización son **estantes móviles polivalentes** y carritos, que al mismo tiempo sirven como elementos de almacenaje. En los hospitales de tamaño medio o grande es necesario un **convector vertical** para el suministro y reparto selectivo y automático en las diferentes plantas, así como para el reenvío de los materiales utilizados a las zonas de manipulación séptica y transporte de personal. Para el envío de pequeños objetos (medicamentos, cartas/impresos) se ha de prever un sistema neumático. El tamaño de las **instalaciones de transporte** depende del tamaño del centro; la cantidad de material suministrado y recuperado por cama y día, se considera de unos 30-35 kg. El traslado de grandes objetos (camas, aparatos de respiración, aparatos de corazón y pulmones) se realiza a través de → montacamillas. El de los objetos de tamaño medio (comidas, ropa, basuras, instrumentos), a través de un sistema de transporte completamente automatizado (sobre todo en los grandes hospitales).

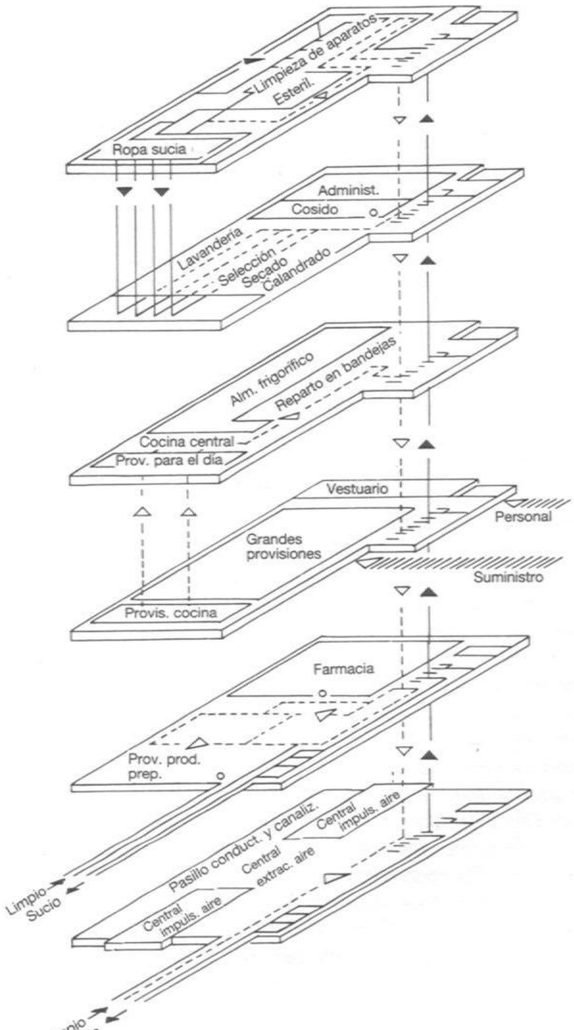
Aprovisionamiento centralizado
Las ventajas de centralizar el aprovisionamiento clínico para todos los puestos de consumo en una misma planta son: la dirección unitaria, el mantenimiento conjunto del almacén, así como el empleo y aprovechamiento del mismo sistema de transporte. Gracias a la centralización es posible establecer una zona común de suministro y recuperación. Desde aquí se puede administrar racionalmente el reparto y el almacenaje del material. Por motivos higiénicos es importante una separación entre material séptico y aséptico, cuestión a tener muy en cuenta en el proyecto de las instalaciones de transporte.





(1) Farmacia para un hospital de tamaño medio con 500-600 camas

(2)



(3) Esquema funcional del centro de aprovisionamiento de las Clínicas Universitarias de Colonia Arq.: Heinle/Wischer



(4) Central de camas y lavandería, 1.er sótano, Hospital Comarcal Soltau, 354 camas Arqs.: Poelzig, Biermann

HOSPITALES

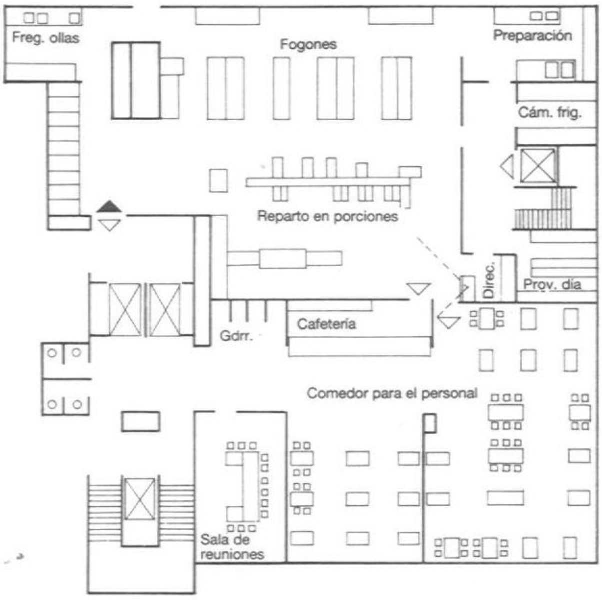
UNIDAD DE APROVISIONAMIENTO →

Farmacia
En los hospitales grandes y medianos la farmacia gestiona las recetas y realiza fórmulas magistrales dirigidas por un farmacéutico. Las salas prescritas por la normativa son: farmacia, sala de material, sótano de medicamentos, laboratorio, sala de escribir, empaquetar y lavar, sala de vendas y hierbas medicinales, sótano aislado para líquidos inflamables, sótano para ácidos y recipientes y, en caso necesario, un dormitorio para el servicio nocturno. En la oficina ha de haber una mesa para recetas, sala de empaquetar y lavar y un sótano de específicos. El equipamiento es similar al del dispensario. El sótano de medicamentos ha de tener un acceso propio, así como un sótano para líquidos inflamables y ácidos. El suelo resistente a los ácidos está a una mayor profundidad de entre 10 y 15 cm; se ha de prever una ventilación suficiente, así como una instalación eléctrica segura frente a las explosiones.

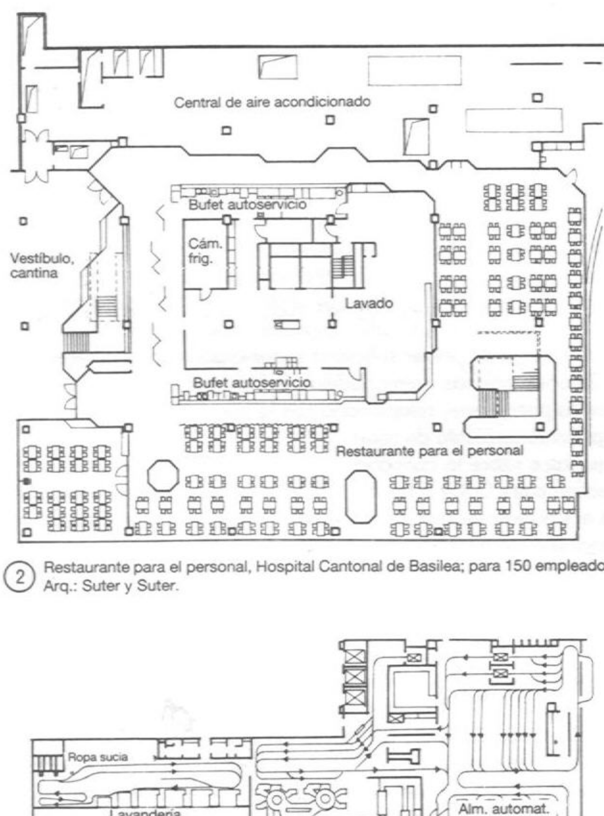
Central de camas
El gran trabajo que conlleva desmontar, desinfectar, limpiar y volver a montar las camas de los enfermos (aprox. 30 min) exige una preparación centralizada de las camas, para descargar al personal especializado en otras tareas del hospital de este trabajo. Las ventajas higiénicas de la preparación central, respecto a una preparación *in situ*, es evitar infecciones hospitalarias (heridas quirúrgicas supurativas, diarreas) a través de un saneamiento a fondo en la central de camas. Una cama limpia ha de estar lista para los pacientes que ingresan en la clínica, para los pacientes después de guardar cama 14 días, después de operaciones y partos o cuando se ha ensuciado mucho una cama. El tamaño de la central de camas depende del número de camas del hospital; un hospital con capacidad para 500 enfermos necesita una central de camas para cada 70 camas. La organización funcional exige distinguir entre una zona séptica y otra aséptica, la separación se consigue con los propios aparatos de desinfección. La superficie para situar camas sucias ha de ser suficientemente grande (3 m^3 por cama), el lugar de desmontaje tiene que tener unos 10 m^2, para montarla se necesitan 12 m^2, el taller especial debería tener 35 m^2. Asimismo se ha de prever suficiente espacio para camas de reserva, colchones, colchas y almohadillas. El lado séptico de la central de camas puede estar relacionado con la lavandería (15 m^2).

Aprovisionamiento de ropa
Los datos sobre la cantidad de ropa sucia seca por cama y día oscilan entre 0,8 y 3 kg. En la lavandería, el proceso de trabajo es el siguiente: recepción, selección, pesar, lavar, centrifugar, calandrar o secar (tumbler), prensar (a ser posible conexión de vapor a presión), planchar, coser, almacenar, entregar. La lavandería está formada por un puesto para seleccionar y pesar (15 m^2), cuarto de recogida de ropa debajo de los conductos para ropa de las unidades, zona húmeda de manipulación (50 m^2), zona seca de manipulación (60 m^2), productos para lavar (10 m^2), cuarto para coser (10 m^2) y almacén de ropa (15 m^2).

Aprovisionamiento de alimentos
La alimentación de los pacientes plantea elevadas exigencias en la preparación ya que suele presentar muchas diferencias según el paciente (clara de huevo, grasas, hidratos de carbono, vitaminas, sales minerales y especias). Los sistemas de abastecimiento de alimentos deben racionalizar las diferentes fases de la preparación convencional de alimentos (preparar, elaborar, transportar,repartir).Laelaboraciónserealizaporseparadoparalascomidas normales y los regímenes dietéticos. Los alimentos se trasladan de los recipientes de cocción a los carritos con los que se llevan a la cinta de hacer porciones. Las bandejas preparadas se transportan también en carritos a las unidades correspondientes donde, finalmente, se reparten a los pacientes. Con el mismo carrito se devuelven después los platos y cubiertos a la central de fregado. La alimentación del personal supone casi un 40 % del total. El comedor para el personal ha de estar en estrecha relación con la cocina central y con la zona de viviendas. La subdivisión en comedores diferentes para el personal, según sean enfermeras, administrativos y médicos no se recomienda en los hospitales pequeños o medianos, aunque puede plantearse en los grandes hospitales.



(1) Cocina en planta baja, hospital privado en Karlsruhe-Durlach, 180 camas. Arqs.: Bonne, Colling, Schneider



(2) Restaurante para el personal, Hospital Cantonal de Basilea; para 150 empleados. Arq.: Suter y Suter.



(3) Unidad central de aprovisionamiento, Baptist Memorial Hospital, Jacksonville (USA). Arqs.: Kemp, Bunch, Jackson, Metcalf. (Las líneas y fechas simbolizan el sistema de transporte.)

Cocina central

Antiguamente estaba situada en la última planta para evitar molestias a causa de ruidos y olores, pero en la actualidad se suele ubicar al mismo nivel que la planta de aprovisionamiento para garantizar la fluidez de los trabajos de suministro, almacenaje, preparación, elaboración y entrega. Si se utilizan alimentos congelados varía el funcionamiento y el equipamiento de la cocina. En el diseño han de colaborar estrechamente el arquitecto y los responsables de cocina para concretar cómo se prepararán los alimentos y encontrar la mejor solución para el buen funcionamiento y el ahorro de espacio. La altura libre de la cocina debería ser de 4,00 m. El tamaño de la cocina depende de las necesidades y del número de pacientes del hospital. En la **cocina principal** se ha de contar con 1 m^2 por cada asistente. Además debería preverse una **cocina de dietas** (mínimo 60 m^2) con escritorio para el jefe de la cocina, un puesto para limpiar verduras (30 m^2) con sitio para basuras (5 m^2). Una **sala de provisiones para el día** (8 m^2), una **cámara frigorífica** con cámaras para carne, pescado y productos lácteos (cada una de ellas de 8 m^2), una **cámara prefrigorífica** (10 m^2) con congelador y frigorífico. La recepción de material debería estar conectada con la administración y tener suficiente espacio de almacenaje (15-20 m^2). En el almacén principal se ha de distinguir entre almacén para fruta y verdura (20 m^2), almacén de productos secos (20 m^2) y almacén de conservas.

Fregadero central

No hay que almacenar y fregar la vajilla en las pequeñas cocinas de cada unidad, sino centralizarlo; con ello se descarga al personal sanitario de estas tareas. En el fregadero de vajilla (30 m^2) se ha de prever suficiente espacio de trabajo y de almacenaje.

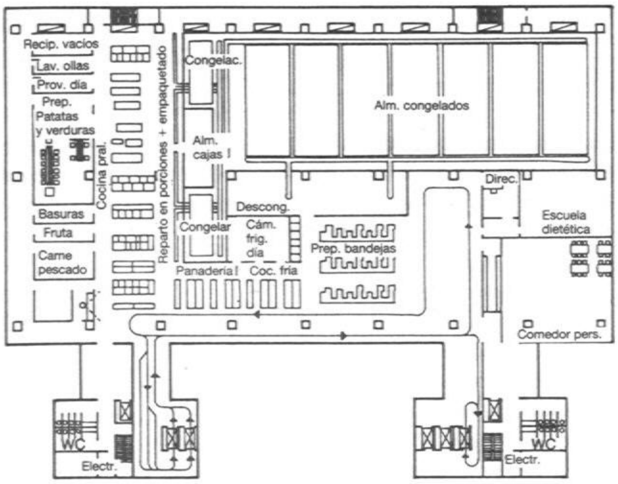
Aprovisionamiento técnico

El aprovisionamiento técnico es competencia del **servicio técnico**, que debido a la creciente automatización juega un papel cada vez más importante. Las tareas consisten en el mantenimiento de los elementos constructivos, las instalaciones, los aparatos médicos y los sistemas de transporte y de administración. En las **instalaciones sanitarias** se ha de tener en cuenta la rápida evolución tecnológica. Lo más conveniente son conducciones en forma de anillo para el suministro horizontal, conductos verticales en patinejos propios y derivaciones hasta los aparatos a través del cielo raso. El agua se prepara en una central, sólo en las zonas con requisitos muy elevados sobre la calidad del agua (farmacia) se prepara el agua de forma descentralizada (desalinización, endurecimiento del agua). Por cada cama se han de calcular unos 400 a 450 l de agua por día, dependiendo del tipo y situación del hospital. **Desagües** → DIN 19520. Las salas para las **máquinas de impulsión y extracción de aire** conviene descentralizarlas para abastecer salas interiores, baños, aseos, cocina central y lavandería. En la unidad de quirófanos y de radiología conviene conectarlas a los generadores de electricidad de emergencia. Las bombas de oxígeno, nitrógeno, vacío y aire comprimido se han de doblar, para mantener el suministro cuando falle una de ellas.

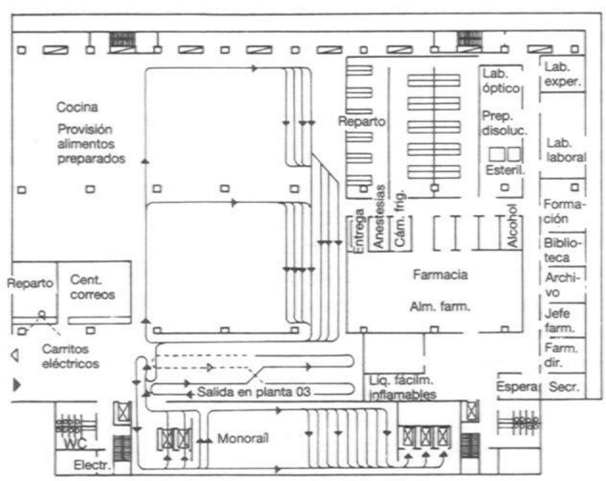
Central de calefacción

En las soluciones antiguas con sala de calderas (≧ 100 m^2), se necesitaba una gran superficie de sótano, muchas veces incluso más de dos plantas. Los actuales sistemas de calefacción no necesitan tanto espacio; especialmente favorable es el sistema de aprovisionamiento de calor a distancia. Se ha de tener en cuenta que en las unidades de quirófanos y cuidados intensivos no puede interrumpirse el suministro de calor, por ello, han de preverse sistemas de emergencia. Las secciones de los conductos de extracción de humos están especificados en la norma DIN 4705. Las puertas de los recorridos de emergencia han de abrirse hacia fuera. Se han de cumplir las normas sobre instalaciones de calefacción. El sistema de calefacción y el grupo electrógeno de emergencia pueden situarse en una gran sala.

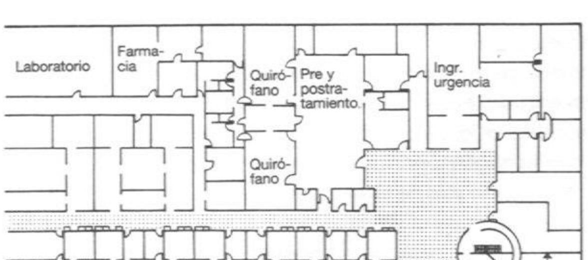
El **almacén de combustible** ha de estar enterrado en el suelo fuera del edificio y ser registrable. Se ha de cumplir la norma DIN 4755.



① Unidad central de aprovisionamiento de las Clínicas Universitarias de Colonia. Cocina de alimentos preparados. Arq.: Heinle, Wischer



② Unidad central de aprovisionamiento de las Clínicas Universitarias de Colonia. Cocina de alimentos preparados. Arq.: Heinle, Wischer



③ Hospital Cantonal de Basilea, sala de protección civil con dos quirófanos y camas Arq.: Sutter y Sutter

Central Supply
En los últimos años existe una tendencia a aplicar modelos de organización cada vez más modernos. La organización central de las diferentes unidades de aprovisionamiento y retirada responde a la creciente reducción de personal. Los recorridos internos de la unidad de aprovisionamiento se separan de las demás circulaciones del hospital. De esta manera se evitan molestias y se mejora el aprovechamiento de los sistemas de transporte. Durante la planificación, programas de simulación por ordenador muestran al arquitecto posibles fallos en el sistema de circulaciones que pueden corregirse antes de empezar la construcción. Mediante un aprovechamiento óptimo de las superficies destinadas a las tareas de aprovisionamiento puede reducirse el tamaño de la unidad.

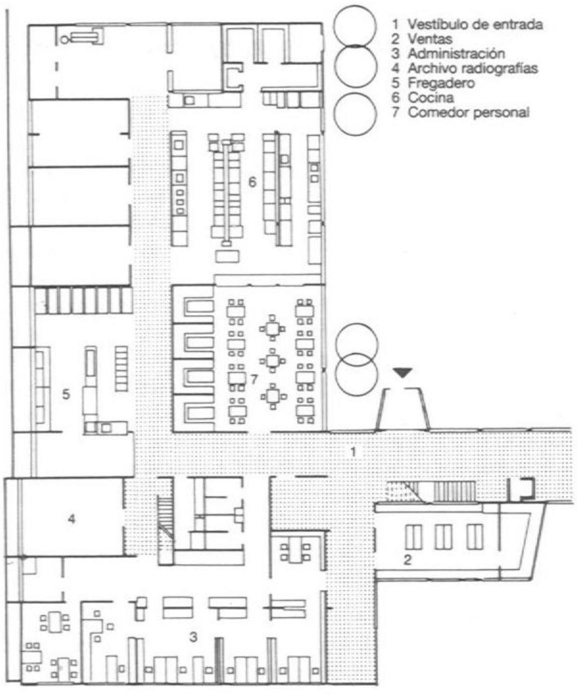
Instalación eléctrica
El suministro de electricidad se realiza a partir de la red pública, tanto de tensión normal (220 V), como de alta tensión (380 V). En el **cuarto de distribución** se instala el cuadro de interruptores para la corriente a baja tensión. Se necesitan al menos dos **transformadores.** Las puertas han de ser suficientemente grandes (aprox. 1,30 m de anchura libre) y el cuarto ha de tener buena ventilación. Ha de cumplir la normativa correspondiente. El tamaño y número de los **generadores de electricidad de emergencia** depende del tamaño del centro hospitalario. Es preferible instalar varias máquinas descentralizadas para las diferentes unidades (unidad de quirófanos/accidentados, unidad de asistencia, radiología), que un único grupo electrógeno central ya que cuanto más pequeñas son las máquinas menos ruido producen. Los aparatos se han de colocar sobre una base que amortigüe las vibraciones. Para la unidad de quirófanos han de preverse acumuladores adicionales para la iluminación y corriente de emergencia.

Central de gases
La alimentación de las conducciones de oxígeno se realiza a partir de bombonas de acero instaladas en baterías de servicio y reserva, con un dispositivo automático de conexión. Para conseguir recorridos de transporte cortos, es conveniente que exista un acceso directo al patio de servicio (suministro y devolución de bombonas). Las bombonas pueden colocarse junto con las bombas de los demás gases (vacío, nitrógeno, aire comprimido), para conseguir un puesto de mando central (generalmente controlado por sistema informático).

Talleres
Junto al patio de servicio se debe ubicar un taller de cerrajería y electricidad (40 m^2) con un almacén para materiales, un taller de repuestos (20 m^2), un depósito general (60 m^2), y un almacén para aparatos de transporte (15 m^2). Se ha de prever una reserva de agua (depósito de emergencia), que puede estar por encima de los ascensores, en la cubierta (40 m^3). Se ha de diferenciar entre la instalación de purificación para el conjunto del hospital y para la unidad de infecciosos y de desinfección.

Central de comunicaciones
En un hospital pueden existir los siguientes sistemas de transmisión de informaciones: teléfono, intercomunicadores, llamada a las enfermeras, intercomunicadores para las enfermeras, relojes, sistemas de búsqueda inalámbricos, conversaciones telefónicas entre varias personas, hilo musical, monitores de televisión, télex, fax, radio. Para un mejor control debería instalarse una centralita de mando para todos los sistemas de comunicación (en el vestíbulo o, en los centros pequeños, en la recepción). La instalación de búsqueda inalámbrica se ha de prever, junto con la red de telefonía, para aquellos lugares donde no puede haber un teléfono por requisitos técnicos o de horario (unidad de quirófanos, radiología). El sistema de intercomunicación entre enfermeras permite la comunicación entre las diferentes salas de trabajo de las enfermeras y las habitaciones de los pacientes. Desde un reloj con batería de cuarzo se pueden alimentar, por la red telefónica, varios centenares de relojes con minutero y segundero. Las habitaciones para los pacientes se han de equipar con teléfono y televisión. En los hospitales con tareas docentes y de investigación es importante un sistema cerrado de televisión (red de monitores). Todos los edificios deben disponer de un sistema automático de detección de incendios, complementado con pulsadores manuales. En caso de incendio, el sistema de aire acondicionado, los sistemas de transporte y los ascensores se dirigen desde la centralita de incendios.

Protección antiaérea
Los requisitos sobre construcciones protegidas frente a radiaciones y explosiones varían de una región a otra. En Alemania se han de cumplir las normas del Ministerio Federal de Vivienda. Ha de existir una sala de quirófano, superficies para estar tumbado, almacén de material esterilizado e instalaciones de emergencia.



(1) Hospital de Herdecke/Ruhr, 192 camas, vestíbulo de entrada y unidad de administración. Arq.: Bockenmühl

Archivo y almacenes
Es conveniente que exista un recorrido corto entre los archivos y las zonas de trabajo, pero generalmente es difícil de conseguir. Se puede situar en el sótano con una escalera de conexión. Diferenciación entre almacenes y archivos para actas, bibliografía, películas, documentos administrativos, radiografías, etc., provisiones (farmacia, desinfección, cocina, etc.), aparatos (cocina, administración, etc.), preparados, colecciones, depósitos y talleres. La profundidad de los estantes y armarios depende del material a guardar. Para actas, libros y películas basta con 25 a 40 cm; para aparatos, porcelana, etc., se necesitan de 40 a 60 cm. Para reducir el espacio de almacenaje se pueden emplear estanterías móviles.

Salas comunes
Los comedores deben estar en estrecha relación con la cocina central y, a ser posible, en la misma planta. El comedor para el personal debería ser divisible mediante paneles móviles. La proporción de empleados respecto al personal médico suele ser del 40 %. Se puede reducir el número de camareros mediante un sistema de autoservicio. La cafetería puede estar junto al restaurante o integrada en él. El sistema de servicio puede ser mediante platos variados en porciones preparadas (autoservicio) o platos principales servidos por el personal desde contenedores móviles para alimentos calientes. Organización: soporte de bandejas – ensaladas – postres – productos lácteos – repostería – vajilla – platos calientes – caja – cubiertos, bebidas separadas o expendedores automáticos.

Sala de recogimiento espiritual
Situada en el centro, en la intersección de circulaciones interiores y exteriores, pero fuera de las unidades de asistencia, tratamiento y aprovisionamiento. Accesible para los empleados, visitantes y pacientes internados (transporte de camillas). El tamaño y situación de la sala depende de circunstancias locales, generalmente no se concretan en una confesión determinada (Alemania), como mínimo se necesitan 40 m². Capilla evangélica: púlpito; consultar a las autoridades religiosas. Capilla católica: banco de comunión, confesionario y sacristía; solicitar autorización al obispado correspondiente. Las salas para los religiosos han de estar en conexión directa con la capilla y la sala de recogimiento: sala de entrevistas, sacristía, almacén y cuarto de limpieza. Además de asientos, ha de haber espacio para camillas, pila bautismal, órgano/armonio y altar (→ iglesias).

Las **salas de administración** han de estar directamente conectadas, a través de un pasillo, con el vestíbulo de entrada y con el núcleo de circulaciones y debería preverse una buena conexión con la unidad de aprovisionamiento. Por cada 100 camas ocupadas se necesita el siguiente número de personal:

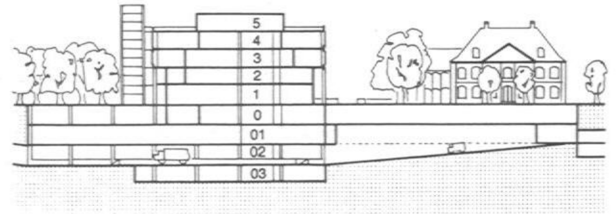
Personal médico-técnico	15,6
Personal clínico:	8,2
Servicio doméstico:	17,9
Servicio de mantenimiento:	1,3
Servicio administrativo:	7,9
Servicio funcional:	10,9

En la unidad de administración se han de prever de 7 a 12 m² por empleado. Las salas para circulación de pacientes y allegados se sitúan junto a la recepción (vestíbulo de entrada), ingresos y caja (25 m²). Es importante una conexión con → el acceso para enfermos en camilla, con al menos dos entradas (cada una de 5 m²) en forma de esclusa antes del ingreso, a la caja (12 m²), y a la contabilidad (12 m²).
Las salas para el funcionamiento interno son el despacho del director de administración (20 m²), la secretaría (10 m²), la oficina de administración (15 m²) y eventualmente en la unidad de aprovisionamiento, un despacho de enfermeras (20 m²), un despacho de personal (25 m²) y un archivo central (40 m²) en la planta sótano con escalera de acceso desde la unidad de administración. Según necesidades específicas por el carácter del hospital: salas de servicio para la madre superiora y asistenta social, salas de descanso y reuniones para los médicos, sala de ordenanzas, archivo de informes médicos, librería especializada, librería para pacientes y visitas, peluquería (2 plazas). La creciente racionalización de los gastos y el empleo de dispositivos electrónicos y computadoras se ha de tener en cuenta en la planificación: disponer de un suelo registrable y un despacho central con sistema de correo neumático.

Entrada principal
El tráfico general accede sólo por la entrada principal. Se necesitan entradas especiales por motivos higiénicos para la unidad de infecciosos o la unidad infantil. El vestíbulo de entrada se ha de diseñar según el principio de puertas abiertas, para que pueda utilizarse como sala de espera general. En la actualidad, el diseño tiende a parecerse al de un → vestíbulo de hotel, para disminuir el típico carácter negativo de hospital. Desde el vestíbulo se separan las circulaciones para visitas, pacientes ocasionales y pacientes internados que pueden andar. El tamaño del vestíbulo está en función del número de camas del hospital y del número habitual de visitas. Consta de recepción y centralita de teléfonos (12 m²), con un mostrador desde el que se controla el acceso al interior del hospital y del núcleo de circulaciones (con aseos) con posibilidad de cierre. Suele haber también cabinas telefónicas, quiosco de revistas, tabaco, dulces y flores.

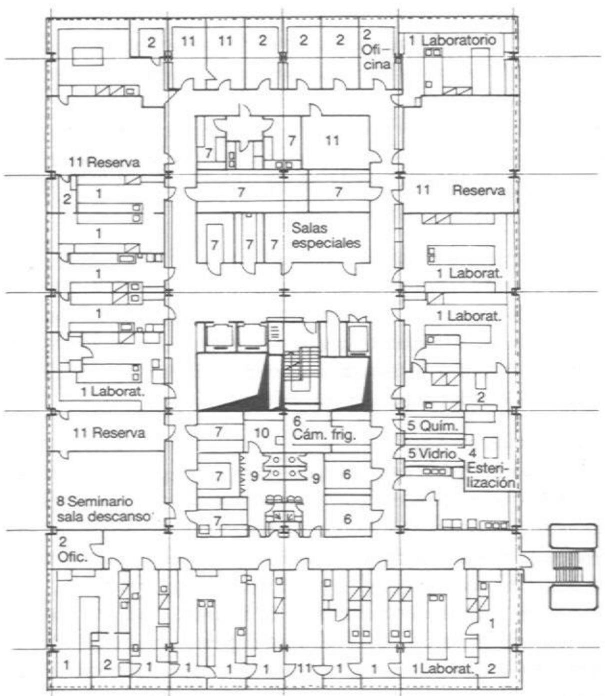
Entrada de enfermos en camilla
Para el ingreso es conveniente que haya un acceso rodado protegido con una marquesina o un vestíbulo cubierto cerca de la administración y visible desde ella. No debería estar visualmente separado de la entrada principal. Se ha de prever un recorrido corto e independiente de la circulación general hasta la unidad de accidentados, la unidad de quirófanos y el nudo de circulaciones (unidades de asistencia). Inmediatamente tras la entrada se ha de disponer una sala de ingresos y reconocimientos para primeros auxilios (15 m²), un baño de ingreso (15 m²), una antesala (10 m²), espacio para al menos 2 camillas y un almacén de ropa.

Hospitales

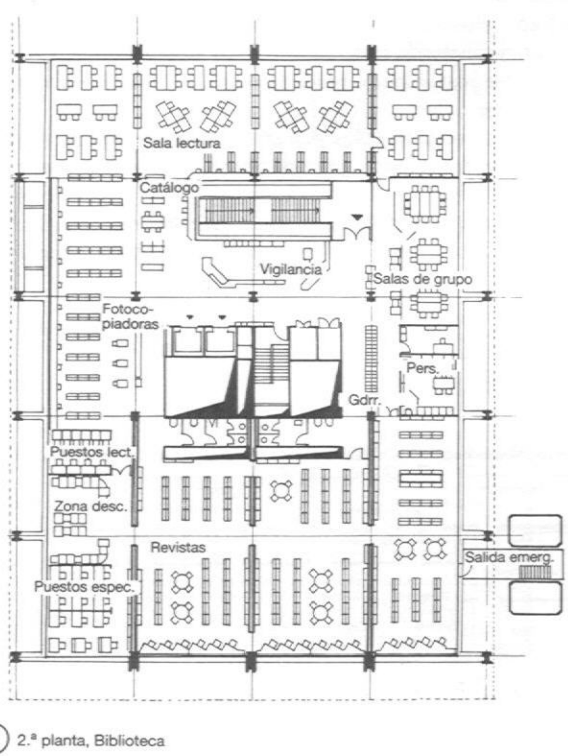


03 Instalaciones
02 Almacenes, Depósitos, Lavandería
01 Cocina, Talleres, Unidad experimental
0 Cantinas, Vestíbulo
1 Cafetería, Aulas
2 Biblioteca
3 Laboratorios
4 Escuela de laboratorios
5 Instalaciones

(1) Unidad de docencia e investigación, Basilea — Arq.: Sutter y Sutter



(2) Planta 3.ª, Laboratorio de investigaciones



(3) 2.ª planta, Biblioteca

Zona residencial
La zona residencial ha de estar separada del hospital. El acceso se realiza a través del conjunto hospitalario. La unidad se compone de residencias, viviendas y escuela de formación. Han de preverse las suficientes plazas de aparcamiento para los empleados.

Residencias
En caso de necesidad, en las residencias para personal femenino se han de poder alojar también, además de enfermeras y doctoras, asistentas, ayudantas y estudiantes. Las habitaciones, fundamentalmente individuales, han de tener un armario y un aseo (16 m^2). Las dimensiones aproximadas de las habitaciones son de 4,60–4,75 m × 3,00–3,50 m. Altura libre igual que en los → edificios de viviendas.

Sobre la disposición de los servicios de cocina existen diferentes puntos de vista. Antes se solían agrupar de 10 a 12 habitaciones para formar una unidad con su propia cocina (6 m^2), sala de estar (20 m^2), eventualmente un balcón y un cuarto de limpieza (10 m^2). En la actualidad se tiende a soluciones de habitaciones con una cocina integrada (véase → residencias de estudiantes). Las **salas comunes** para todas las empleadas consisten en una sala de estar (1,0 m^2 por cada habitación, como mínimo 20 m^2) unida a una sala polivalente (20 m^2), guardarropía, 2 aseos, lavadero (10 m^2) secadero (15 m^2) y almacén (30 m^2). Las residencias para el personal masculino se proyectan con las mismas características, si es conveniente por el tamaño del centro hospitalario.

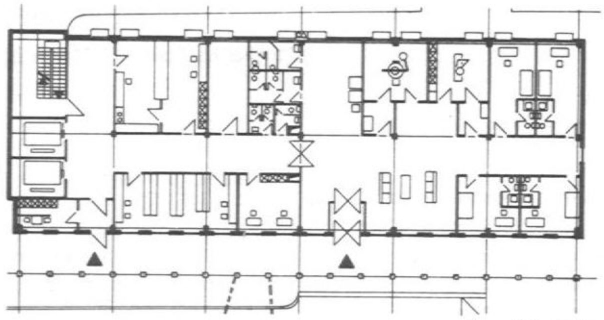
Viviendas
Las viviendas de dos dormitorios (40 m^2) para doctores y doctoras se han de añadir a las residencias correspondientes. Las viviendas de 3 y 4 dormitorios (70–90 m^2) para doctores, doctoras, administradores del hospital y conserje se han de proyectar separadas de las residencias. También se pueden construir salas comunes para los médicos: librería y sala de lectura (25 m^2), club (35 m^2).

Escuela de formación
La formación práctica de los estudiantes de medicina requiere una unidad específica para la docencia e investigación en estrecho contacto con el hospital. Debido al crecimiento del número de alumnos también aumentan las necesidades de escuelas de formación. Estas han de tener: almacenes, talleres, unidad experimental (botica), zonas audiovisuales (para transmisiones desde los quirófanos), y asimismo se puede incluir una cafetería propia, aulas (150-500 plazas), biblioteca, laboratorios de investigación, salas de prácticas y despachos. El tamaño y número de las salas depende de la situación y del tamaño del centro hospitalario.

Unidades experimentales
Para la cría y mantenimiento de los animales necesarios para ensayos de todo el hospital. Debe estar conectada con los demás laboratorios a través de ascensores y montacargas. Esta unidad es especialmente importante en las clínicas universitarias.

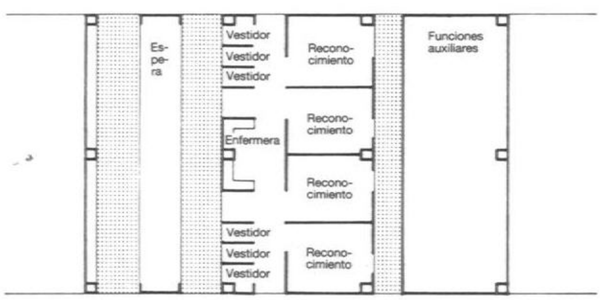
Biblioteca
Las bibliotecas médicas pueden ser de libre consulta o tener un depósito cerrado y un servicio de préstamo de libros. Una buena parte de los fondos consiste en revistas. Es importante que haya suficientes puestos de lectura con lámparas, puestos de trabajo con lectores de microfilmes, proyectores de diapositivas y máquinas de escribir. También es conveniente que esté conectada con los sistemas de transporte del hospital.

UNIDAD DE URGENCIAS →📖

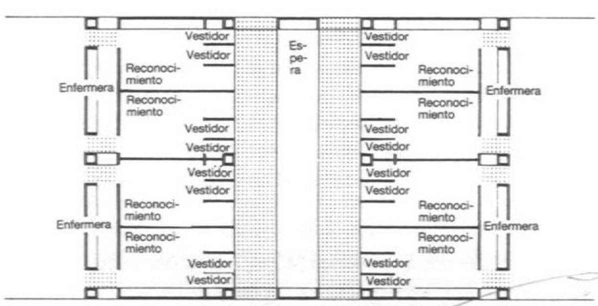


Arqs.: Köhler/Müller

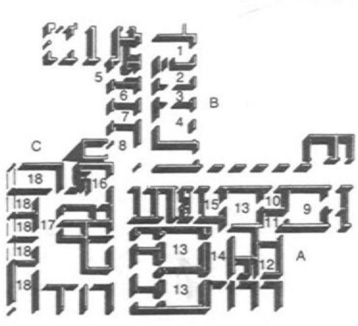
(1) Unidad de urgencias con salas de reconocimiento médico y conexión con la central de esterilización



(2) Unidad de urgencias con una superficie para funciones auxiliares separada de la circulación de pacientes



(3) Unidad de urgencias con pasillo central y vestidores adosados



Unidad de urgencias
1 Ingreso/espera
2 Pequeñas intervenciones
3 Sala de reanimación
4 Sala polivalente (urología)
5 Guardarropía médicos
6 Sala de reuniones médicos
7 Sala de médicos
8 Superficie libre para camas (espera de camas)

Unidad de quirófanos
9 Quirófano séptico (endoscopia)
10 Sala de entrada
11 Sala de aparatos
12 Sala de descanso para el personal
13 Quirófano aséptico
14 Pasillo esterilizado, lavado
15 Salida

Unidad de cuidados intensivos
16 Esclusa de entrada
17 Pasillo de aprovisionamiento/servicio
18 Salas de cuidados intensivos

(4) Sector de diferentes unidades; A: unidad de quirófanos; B: unidad de urgencias; C: unidad de cuidados intensivos

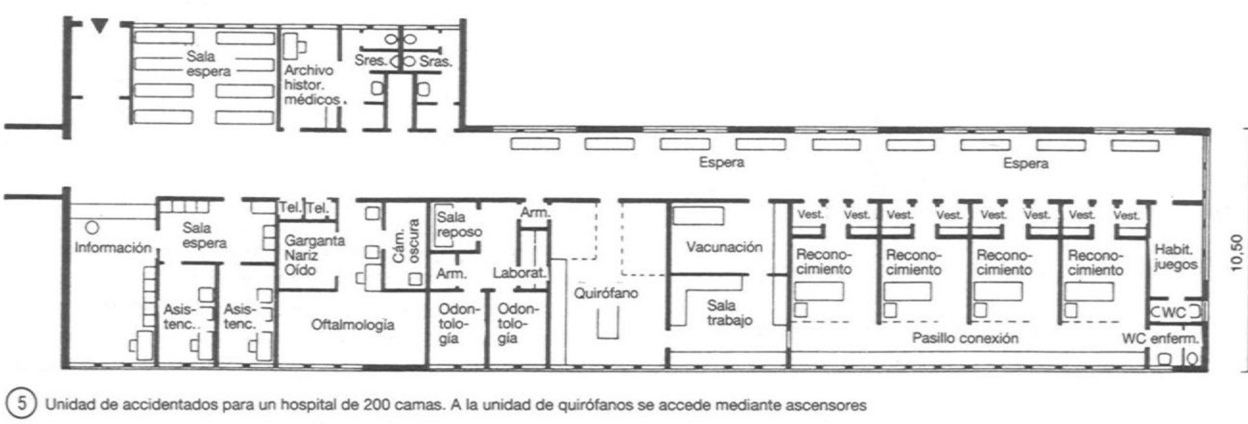
Las unidades de urgencia ofrecen primeros auxilios en casos de accidente; la asistencia médica la realiza el personal de la unidad de quirófanos.
Tiene que estar junto a la entrada de pacientes en camilla y cerca de la unidad de quirófanos. Se ha de evitar el contacto con el resto de pacientes y con los visitantes. Situar la unidad de urgencia en la unidad de quirófanos no es conveniente por motivos higiénicos. Está formado por 2 salas de reconocimiento y tratamiento (25 m^2), accesibles a través de sendas antesalas con vestidor; una sala con equipamiento médico y con posibilidades de enyesar; y otra sala como quirófano séptico de emergencia, para evitar tener que llevar al accidentado a la unidad de quirófanos, con su correspondiente esclusa.
Cerca de la entrada debe ubicarse la oficina de la unidad de urgencias con la zona de admisión de pacientes y la sala de espera. Es conveniente que el jefe-médico, el director-médico y el servicio médico de guardia estén cerca de la unidad de accidentados para garantizar una intervención rápida en casos de emergencia.
El puesto de trabajo de las enfermeras puede estar conectado con la sala de espera de los pacientes.

Hospitales de urgencias

Generalmente, sólo existen en las grandes ciudades y al mismo tiempo se emplean para tratamientos de rehabilitación. En los demás casos, estos hospitales auxiliares se alojan en alguno de los edificios del centro hospitalario general y deben disponer de una buena unidad de cirugía de urgencia.

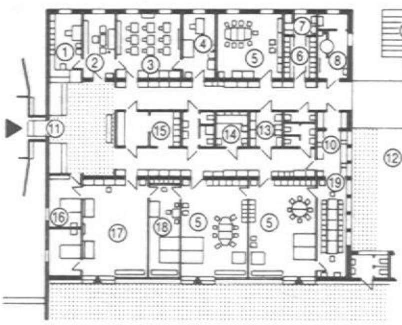
Ambulatorios médicos

Están destinados a la asistencia preventiva y al postratamiento de pacientes dados de alta y capaces de moverse por sí mismos.
Salas de reconocimiento y tratamiento para diagnóstico precoz, tratamientos previos y posteriores, controles iniciales para sanatorios (tuberculosis), reconocimientos colectivos, asesoramiento, etc.
Constan de departamentos de médicos titulares, cada uno con sala de trabajo y de reconocimiento, y en algunos casos sala para un médico suplente con su propio cuarto de reconocimiento y la sala de espera convenientemente separada de las anteriores. Sección de epidemias: sala para el especialista, antesala, sala de reconocimiento y sala de espera convenientemente separada.
Sección de enfermedades venéreas: sala de reconocimiento con inodoro, antesala con fichero, cuarto de reconocimiento.
Sección de asistencia a lactantes: sala de espera, cocina para preparar biberones, espacio para cochecitos de niños (junto a la entrada), fichero.
Además se necesitan salas técnico-médicas, sección de radiología, sección de pediatría, salas de administración, personal y material de archivo.
El tamaño de estas salas varía según las necesidades específicas y se ha de acordar en cada caso con el personal correspondiente.



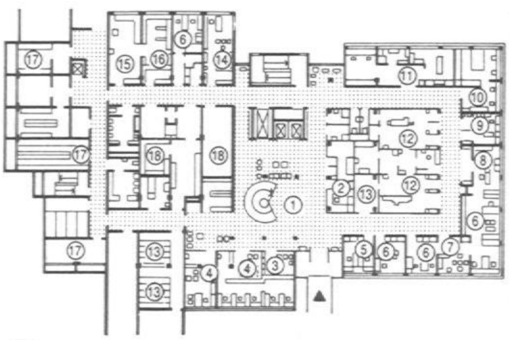
(5) Unidad de accidentados para un hospital de 200 camas. A la unidad de quirófanos se accede mediante ascensores

Los hospitales especializados son un tipo de hospitales de creciente importancia. La especialización en determinados campos médicos requiere una configuración en planta que satisfaga elevadas exigencias. Es importante una estrecha colaboración entre arquitecto, ingeniero especializado, médicos y enfermeras. Entre los hospitales especializados se encuentran las clínicas quirúrgicas para determinadas especialidades médicas como hospitales terapéuticos, psiquiátricos y pediátricos.



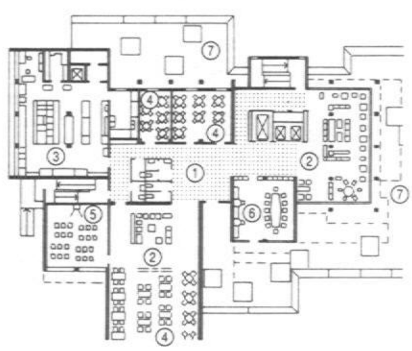
(1) Centro para espasmódicos en Gotinga

1. Despacho
2. Sala de reuniones
3. Aula
4. Aula individual
5. Jardín de infancia
6. Guardarropía personal
7. Baño para el persona
8. Calefacción
9. Bicicletas
10. Cocina
11. Entrada
12. Patio de servicio
13. Fregadero y lavadero
14. Sala de pañales
15. Sala de aparatos
16. Tratamiento individual
17. Gimnasio
18. Terapia
19. Sala descanso personal



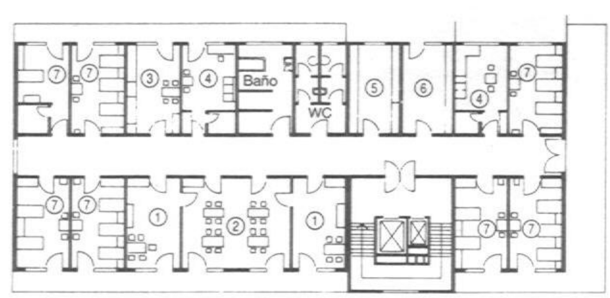
(2) Hospital para reumáticos en Wildbad, 100 camas. Planta baja

1. Vestíbulo entrada
2. Conserje
3. Recepción
4. Administración
5. Despacho
6. Médico
7. Sala de espera
8. Reconocimiento
9. ECG
10. Laboratorio
11. Endoscopia
12. Rayos X
13. Archivo
14. Enfermera
15. Lavandería
16. Sala costura y plancha
17. Despensa
18. Almacén



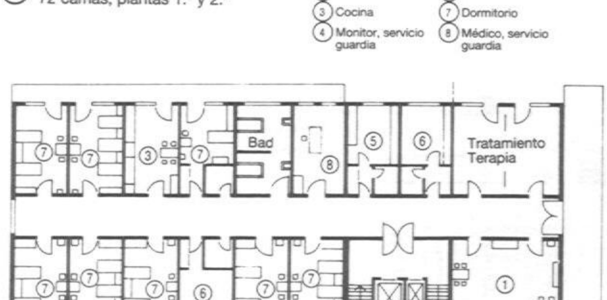
(3) Hospital para reumáticos en Wildbad, 100 camas, 1.ª planta

1. Vestíbulo
2. Sala de día
3. Cocina
4. Comedor
5. Sala televisión
6. Sala reuniones biblioteca
7. Terraza



(4) Centro de rehabilitación en Munich, 72 camas, plantas 1.ª y 2.ª

1. Vivienda
2. Comedor
3. Cocina
4. Monitor, servicio guardia
5. Cuarto limpieza
6. Almacén
7. Dormitorio
8. Médico, servicio guardia



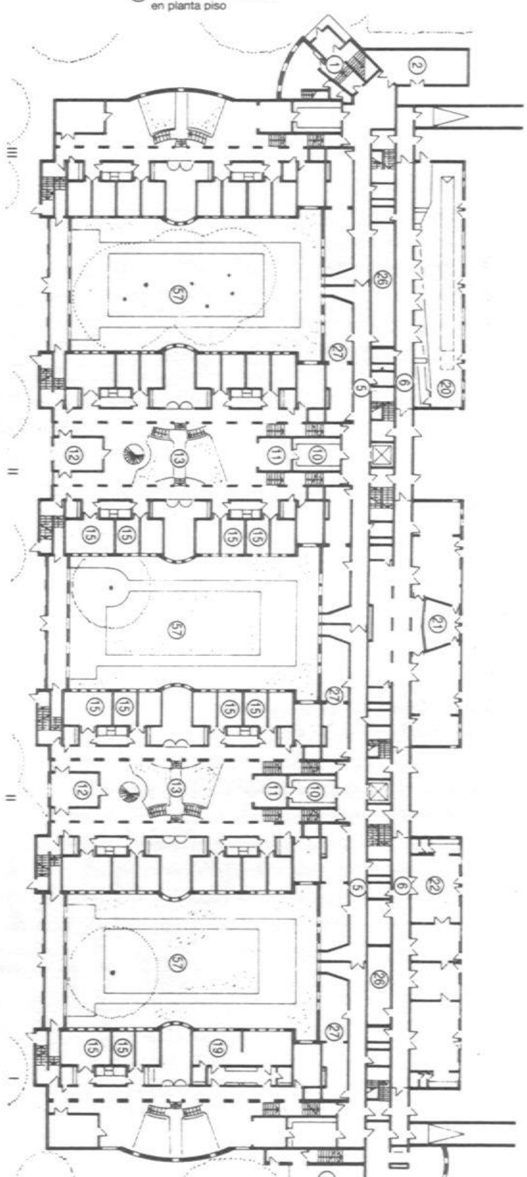
(5) Centro de rehabilitación en Munich, 72 camas, 4.ª planta

I. Unidad de ingreso
Subunidad de crisis
Sala de vigilancia
Habitaciones pacientes

II. Unidad estacionaria
2 unidades para 32 pacientes cada una estructurada en unidades terapéuticas para cada 8 pacientes

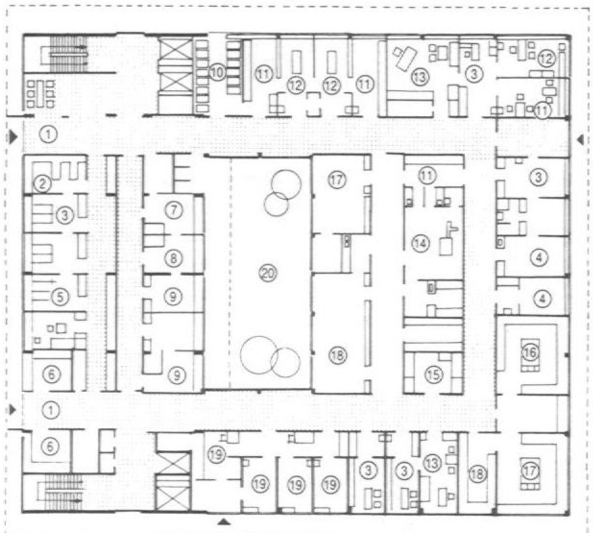
III. Unidad de salida
Unidad de transición
Preparación al alta médico

1. Entrada principal
2. Esclusa de ingreso Transporte de enfermos
3. Esclusa/suministros
4. Esclusa/suministros a talleres y acceso de bomberos
5. Pasillo de servicio Suministros, reparto de materiales
6. Pasillo de pacientes, conectado directamente, a través de escaleras con las diferentes unidades: parte interna del recorrido anular
7. Recorrido anular
8. Esclusa planta piso
9. Pasillo para el personal en planta piso
10. Cocina de la unidad
11. Comedor conjunto
12. Sala de grupo
13. Vestíbulo interior
14. Habitación terapéutica
15. Habitaciones para los pacientes
16. Vivienda de un grupo terapéutico y cocina, comedor
17. Zona húmeda: WC, ducha para cada 4 pacientes
18. Cuarto de limpieza y almacén



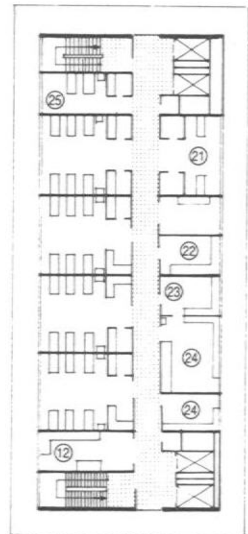
(6) Departamento psiquiátrico del Hospital Neurológico Karl-Bonhoeffer, Berlín

Hospitales



Hospital Pediátrico Municipal de Fürth, 200 camas

① Planta baja

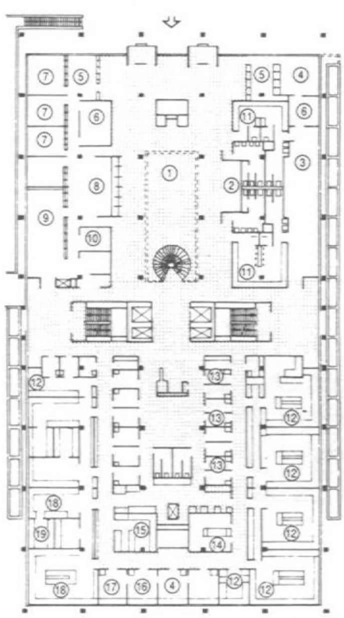


Arqs.: Amon, Häckl, Kochta

② Planta piso → ①

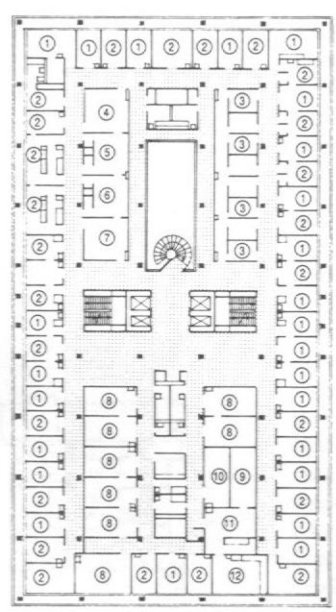
1. Vestíbulo entrada
2. Conserje
3. Secretariado
4. Administración
5. Superiora
6. Ingreso
7. HNO
8. Oftalmología
9. EEG
10. Cochecitos niños
11. Sala espera
12. Reconocimiento
13. Médico
14. Rayos X
15. ECG
16. Laboratorio clínico
17. Laboratorio serológico
18. Laboratorio bactereológico
19. Ingreso infecciosos
20. Patio de luces
21. Habitación aislamiento
22. Cocina
23. Enfermera
24. Tareas asistencia
25. Padres

Leyenda → ①-②

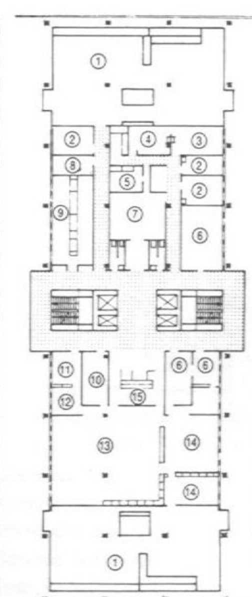


Hospital Alemán de Diagnóstico, Wiesbaden

③ Planta baja



④ 1.ª planta



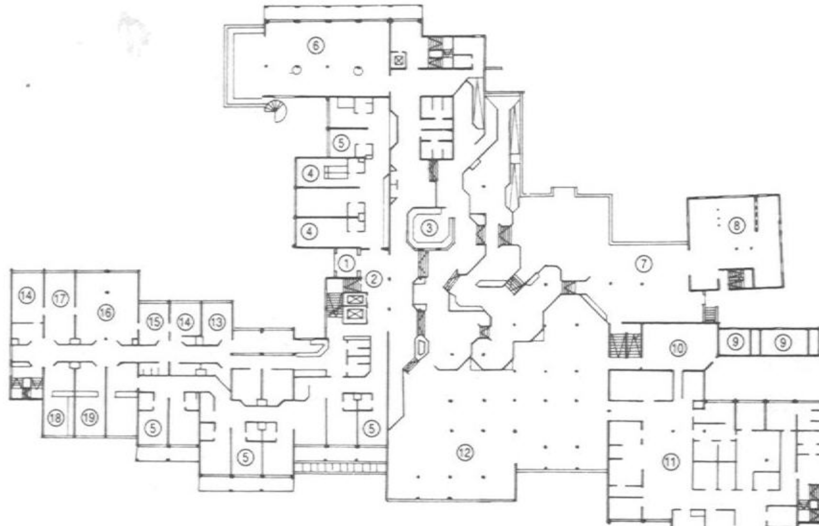
Arqs.: Braun/Schlockemann/Braun-Krebs

⑤ 2.ª planta

Planta baja
1. Vestíbulo
2. Guardarropía
3. Sala descanso
4. Administración
5. Antesala
6. Entrevistas
7. Administración
8. Central ingresos
9. Escritorio central
10. Centralita telefónica
11. Vestidor
12. Laboratorio
13. Extracción sangre
14. Fregadero
15. Auto-análisis
16. Secretaría
17. Químico
18. Bioquímica rutinaria
19. Física, química

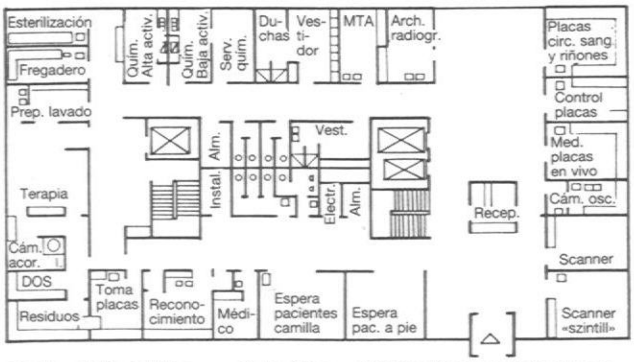
1.ª planta
1. Central aire acondic.
2. Sala médicos
3. Sala de «nystagmog»
4. Sala de médicos
5. Cámara oscura
6. Archivo
7. Estudio
8. Esterilización gases
9. Central esterilización
10. Mantenimiento
11. Director
12. Secretariado
13. Sala de máquinas
14. Programador
15. Operador

2.ª planta
1. Sala médicos
2. Reconocimiento
3. Puesto medición
4. Análisis gases
5. Ergometría, espirometría
6. Ergometría
7. Comprobación colorantes
8. Patología. Sala medición
9. Cámara acorazada
10. Suministro de dosis
11. Laboratorio radioactivo
12. Pruebas. Sala medición

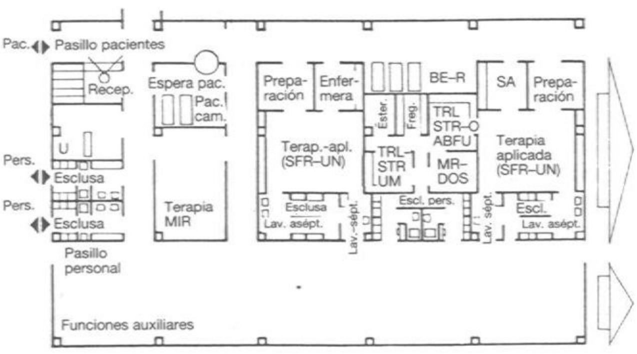


1. Cortavientos
2. Vestíbulo entrada
3. Recepción
4. Habitación doble
5. Habitación individual
6. Conferencias
7. Vestíbulo
8. Estancia
9. Electricidad
10. Comedor personal
11. Cocina
12. Comedor
13. Laboratorio
14. Jefe-médico
15. Reconocimiento
16. Director-médico
17. Secretariado
18. Enfermera-jefe
19. ECG

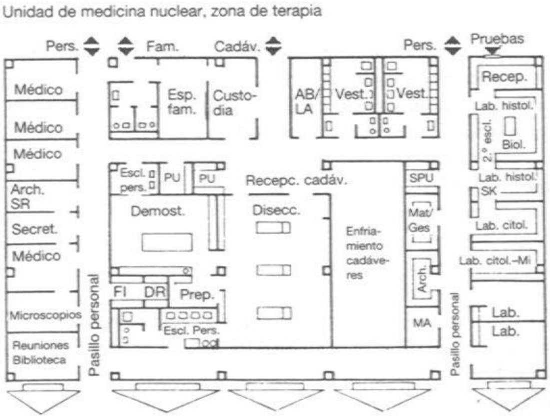
⑥ Balneario Hellnerklinik en Bad Sassendorf, 100 camas   Arqs.: Kösters/Balke



1 Hospital Rudolf–Virchow en Berlín, Clínica radiológica, 84 camas. Unidad de medicina nuclear: diagnóstico y terapia. Arq.: Poelzig



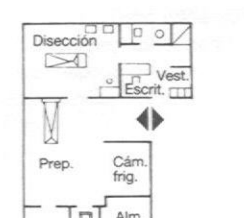
2 Unidad de medicina nuclear, zona de terapia



3 Unidad de patología



4 Hospital Comarcal de Soltau, 354 camas. Arqs.: Poelzig, Biermann



5 Prosectura del Hospital Municipal de Velbert, 444 camas. Arqs.: Krüger, Krüger, Rieger



6 Prosectura del Hospital St. Clemens en Geldern, 480 camas. Arq.: Poelzig



7 Prosectura del Hospital St. Josefs, Wipperfürth, 372 camas. Arqs.: Köhler, Kaesseus, Helfrich.

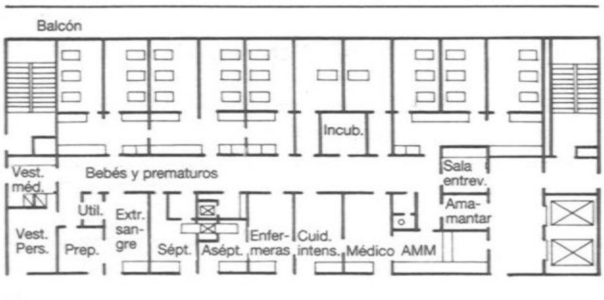
Unidad de tratamiento de **medicina nuclear**. La **organización** de la unidad de medicina nuclear está muy condicionada por los requisitos de higiene y protección frente a las radiaciones. Según la norma DIN 6844 está formada por zona previa, zona de diagnóstico, zona de terapia y zona de almacenaje. En la zona previa se sitúa la recepción y zona de espera, la zona de reconocimiento general y de recogida de resultados médicos, servicio médico, sala de descanso para el personal, administración y salas auxiliares. A la zona de diagnóstico pertenecen la esclusa para el personal, la aplicación, la toma de muestras, los trabajos radioactivos de laboratorio, la medición de ensayos y la medición de localización. La zona de terapia está dividida en una esclusa para el personal, una esclusa para los pacientes, el quirófano y las mediciones de control. La zona de almacén está formada por una esclusa para el personal, las dependencias de almacenaje y envasado de emisores abiertos de rayos, las de almacenaje y empaquetamiento de emisores cerrados de rayos, las de tratamiento de aguas residuales y, según los casos, la zona de conservación de cadáveres. La zona de diagnóstico y la zona de terapia han de cumplir los mismos requisitos **higiénicos** que los quirófanos sépticos (→ esclusas) y los depósitos para los emisores abiertos y cerrados de rayos los mismos requisitos que los quirófanos asépticos. En las unidades de medicina nuclear se ha de prestar especial atención al tema de la **protección frente a radiaciones.** Se han de cumplir las normas DIN 6844, DIN 6843, DIN 6804 y DIN 25425. Durante la planificación se ha de solicitar la ayuda de un físico especializado en radiaciones, para definir las características de los materiales (espesor de paredes y techos).

La **situación** en el hospital ha de ser cerrada en sí misma. La radioterapia y la zona de rayos X han de estar alejadas entre sí, para evitar la aparición de radiaciones molestas. Los recorridos de los materiales radioactivos y de los pacientes en tratamiento deberían minimizarse. Las salas en las que se trabaja con materiales radioactivos se clasifican en tres grupos, según su grado de riesgo. Los residuos contaminados sólo se pueden añadir a las basuras generales cuando se ha reducido su radioactividad al valor admisible. Para la descontaminación se han de conservar en contenedores señalizados, estancos a los gases y colocados en salas protegidas frente a las radiaciones o en fosas de descontaminación. Para las aguas residuales vale lo mismo, aunque en este caso se ha de colocar un equipo de descontaminación en la red de desagüe.

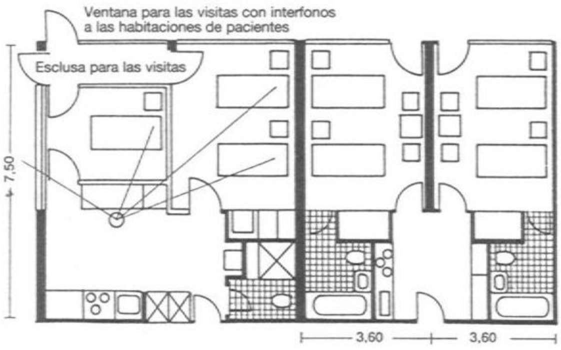
La medicina nuclear, pertenece, junto al diagnóstico por rayos X y la radioterapia, a la unidad de radiología y, por lo tanto, la atiende el mismo personal. Para evitar radiaciones difusas, debería evitarse situar dichas zonas una al lado de la otra o una encima de otra.

Patología. La unidad de patología está separada del funcionamiento normal del hospital y constituye una unidad cerrada en sí misma. Sus **funciones** se dividen en: entrega y custodia, autopsia, trabajos de laboratorio y funciones auxiliares. A la entrega y custodia pertenecen: recepción de cadáveres, refrigeración de cadáveres: sala de enfriamiento, conservación, espera para allegados, WC, aseo para personal y sala de aparatos. La autopsia abarca: disección con fregadero y puesto de lavado de órganos, demostraciones, preparación, y una esclusa para el personal con posibilidades de lavarse y desinfectarse. El laboratorio de patología se estructura en: toma de pruebas, varios laboratorios independientes o un gran laboratorio único, sala de microscopios, archivo y laboratorio fotográfico. A las funciones auxiliares pertenecen: salas para médicos, secretariado, salas de descanso para el personal y vestidores. De la unidad de patología puede partir infecciones, por lo que han de haber esclusas en las salidas. En los hospitales con una unidad de radiología ha de haber una sala de descontaminación de cadáveres radioactivos. La **situación** en el interior del hospital debería garantizar una corta conexión con las unidades de quirófanos y cuidados intensivos. Los recorridos para los familiares han de permitir orientarse con facilidad.

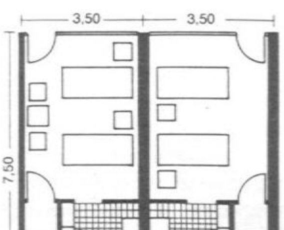
ZONA DE MATERNIDAD



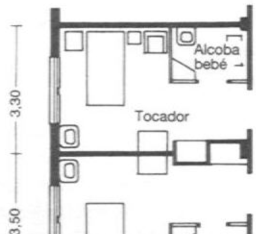
(1) Unidad de bebés sanos y prematuros con 27 camas, Fulda. Arqs.: Köhler, Kässern



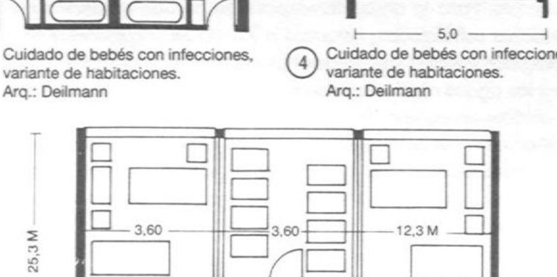
(2) Cuidado de bebés con infecciones, variante de habitaciones Arq.: Deilmann



(3) Cuidado de bebés con infecciones, variante de habitaciones. Arq.: Deilmann



(4) Cuidado de bebés con infecciones, variante de habitaciones. Arq.: Deilmann



(5) Habitación individual con sala separada para el recién nacido Arq.: Mayhew



(6) Cuidado a las madres y recién nacidos Arq.: Deilmann

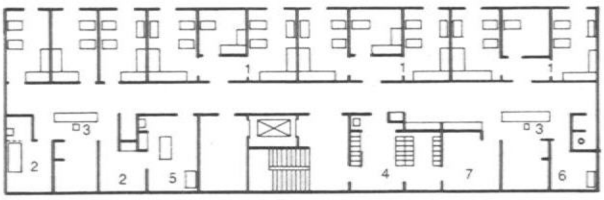
La zona de maternidad abarca todas las actividades médicas, corporales, psicológicas y sociales, que son necesarias tras un parto normal. Después de un alumbramiento sin complicaciones, la asistencia de las pacientes puede incluirse entre la asistencia normal. Las pacientes con enfermedades altamente infecciosas como tifus, tuberculosis y hepatitis se alojan en unidades de aislamiento. Si se presentan alteraciones en las funciones vitales se ha de prever un traslado a la unidad de cuidados intensivos. Los recién nacidos con perturbaciones respiratorias o infecciones (p.e., bebés prematuros) se han de trasladar a unidades especiales o a la clínica pediátrica más cercana.

La **estructura de la zona de maternidad** es igual a la de la unidad de asistencia normal: asistencia básica, tratamiento, asistencia a los pacientes, administración y aprovisionamiento. También la organización de tareas con las posibilidades de asistencia estacionaria, asistencia en grupo e individual, es idéntica a la de la unidad de asistencia normal. Cuando el cuidado de los recién nacidos está centralizado, se sitúa en un extremo o en la zona intermedia de la unidad de asistencia a las parturientas. Para disminuir el riesgo de infecciones se divide la zona en grupos pequeños. El transporte de los recién nacidos junto a sus madres para ser amamantados se realiza a través de carritos individuales o en brazos hasta la habitación correspondiente. Este sistema individual favorece un contacto más frecuente e intensivo entre madre y bebé que soluciones anteriores con salas comunes para amamantar. El alojamiento conjunto de la madre y el recién nacido («rooming in») en la misma habitación, evita el transporte de los bebés y libera así al personal, pero requiere un aprovisionamiento descentralizado de los recién nacidos, que es mucho menos rentable.

Tamaño de las unidades de asistencia. Generalmente son menores que las unidades de asistencia normal. Por motivos higiénicos, son preferibles unidades pequeñas (menor fluctuación de personal y visitas), el tamaño más conveniente de las unidades de asistencia se sitúa entre 10 y 14 camas. Las **funciones** se estructuran en: esclusa, asistencia de pacientes sanas, asistencia de recién nacidos sanos, asistencia de recién nacidos delicados (p.e., prematuros) y funciones auxiliares. Desde el punto de vista higiénico, las parturientas y los recién nacidos plantean requisitos más elevados que los pacientes ingresados en la unidad de asistencia normal. Por ello, se ha de prever una esclusa con guardarropa para las visitas. Las camas se han de proyectar igual que en la unidad de asistencia normal, la separación entre camas se ha de aumentar para poder colocar las cunas de los bebés. En las zonas de sanitarios deberían instalarse duchas y polibanes, ya que las pacientes no pueden tomar baños tras el parto. Las **unidades de asistencia a recién nacidos** abarcan las siguientes **funciones**: camas para recién nacidos, lugar para cambiar pañales, baño para bebés, balanza, puesto de servicio para las enfermeras de niños, y sitio para dejar los cochecitos de transporte. Para los recién nacidos con bacterias patógenas debería instalarse una **unidad funcional de asistencia especial para recién nacidos**, que contenga camas en compartimentos estancos, puestos de tratamiento y puestos de trabajo. En la zona de **funciones auxiliares** se han de incorporar los siguientes elementos o salas: puesto de servicio de la enfermera jefe de la unidad, sala de descanso para las enfermeras, cocina, sala de médicos, sala de reconocimiento y tratamiento, sala aséptica de trabajo, baño para las pacientes, sala de estar para pacientes y visitas, cuarto de limpieza, almacén y aparatos, aseo para el personal y las visitas, armarios para ropa, así como una sala de entrevistas para los familiares.

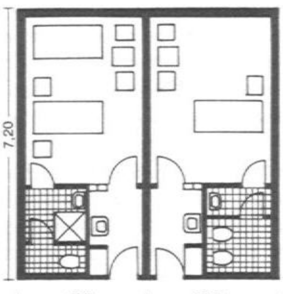
Condiciones técnicas: para minimizar la transmisión de bacterias a través del aire, la instalación de aire acondicionado ha de garantizar 8 renovaciones de aire por hora. La temperatura de las salas ha de estar comprendida entre 24 °C y 26 °C.

Situación de la unidad: el transporte de las pacientes y de los recién nacidos después del parto debería ser lo más corto posible. Se ha de vigilar que este recorrido no cruce ningún pasillo muy frecuentado, o coincida con él. La ayuda al parto y la asistencia de las parturientas debería situarse en la misma planta, para evitar la utilización de los ascensores.

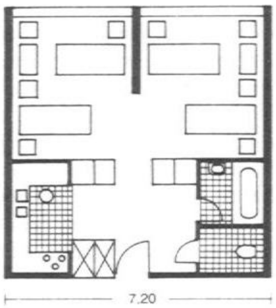


1 Dormitorio
2 Médico
3 Puesto de servicio enfermeras
4 Guardarropía personal
5 Tratamiento
6 Sala de lactancia
7 Sala descanso personal

(1) Unidad de niños con 28 camas, Hospital Municipal de Velbert
Arqs.: Krüger, Krüger, Rieger



(2) Habitación individual y doble muy protegida frente a radiaciones de la zona de control. Arq.: Deilmann



(3) Habitación cuádruple con todo el equipamiento para la asistencia básica. Para pacientes de larga estancia. Arq.: Deilmann



(4) Unidad de habitación para enfermos psíquicos leves y para enfermos que necesitan tratamiento. Arq.: Deilmann

Asistencia de bebés y niños

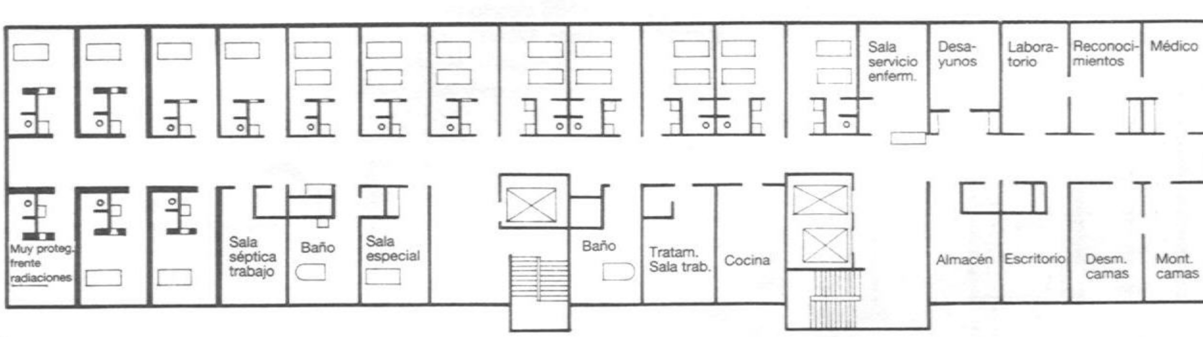
Los pacientes, alojados generalmente en clínicas especializadas en pediatría, se diferencian en: bebés (35 %), bebés prematuros (13 %), niños pequeños y en edad escolar hasta una edad de 14 años (22 %) y según enfermedades infecciosas (22 %). Al hospitalizar a estos pacientes infecciosos se ha de evitar el contacto entre ellos y con otros pacientes o personal. Las ventanas se han de proteger para que no puedan abrirlas los niños. La instalación eléctrica y de calefacción se ha de realizar de manera que no supongan un peligro para ellos. Se han de prever aulas y salas para entretenerlos y jugar. Para paperas, varicela, difteria, escarlatina y tuberculosis se han de prever unidades aisladas. Las paredes han de ser lavables hasta una altura de 1,50 m.

Cuidado de pacientes en tratamiento de radioterapia

Al planear los grupos de asistencia de medicina nuclear, destinados al diagnóstico y terapia de pacientes sometidos a radiaciones, se han de cumplir las normas de protección frente a radiaciones (→ medicina nuclear). El tamaño de un grupo de asistencia debería ser igual al de los grupos de las unidades de asistencia normal. La unidad se organiza en una **zona de control** y otra **zona de vigilancia**. De esta manera se separan los pacientes que reciben más radiaciones de aquellos que reciben menos. Por consiguiente, los pacientes se han de hospitalizar preferentemente en habitaciones individuales.

Cuidado de enfermos psíquicos

Las particularidades de las enfermedades psíquicas, requieren la planificación y el equipamiento de **unidades de asistencia cerradas** y **abiertas** (pacientes muy enfermos y pacientes que necesitan tratamiento). Se caracterizan por: elevada necesidad de espacios para el día, comedores y salas para terapia de grupos, ya que los pacientes por lo general no han de guardar cama. Lo óptimo es planificar pequeñas unidades de asistencia (hasta 25 pacientes) con recorridos cortos, buenas posibilidades de vigilancia y el equipamiento confortable necesario para ofrecer al paciente un ambiente doméstico. La tendencia es integrar la unidad de enfermos psíquicos en los hospitales generales, para evitar su aislamiento.



(5) Unidad de medicina nuclear con 23 camas. Hospital Rudolf-Virschow, Berlín

Arq.: Poelzig



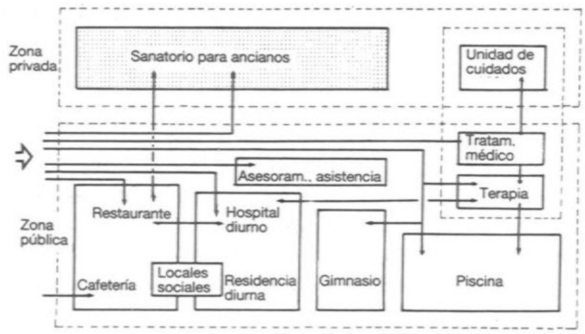
(6) Unidad psiquiátrica abierta



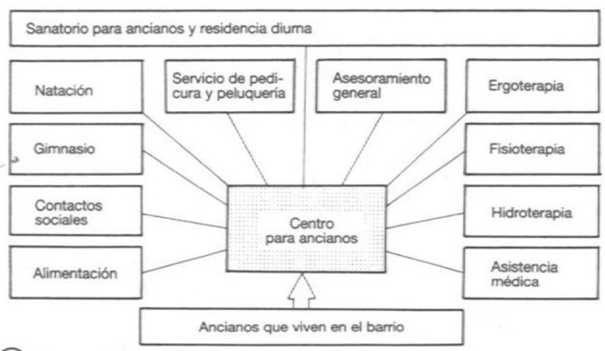
(7) Unidad psiquiátrica cerrada

Arqs.: Köhler, Müller–Pauly

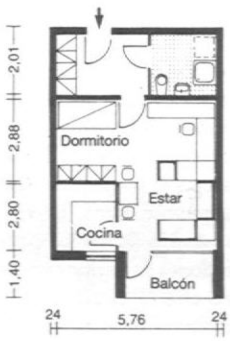
Hospitales



(1) Esquema de relaciones



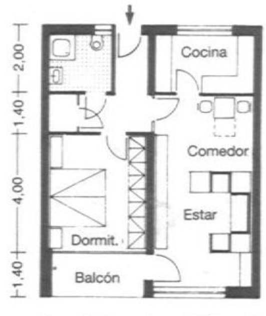
(2) Esquema funcional de un centro para ancianos



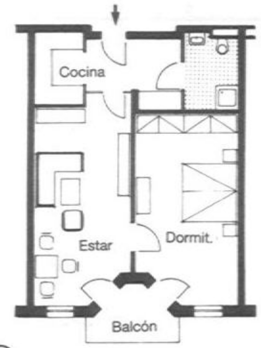
(3) Vivienda para 1 persona, 41 m²



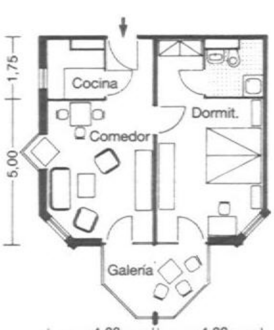
(4) Vivienda para 1 persona, 37 m²



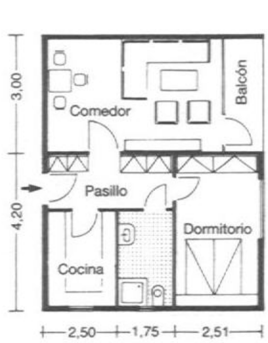
(5) Vivienda para 2 personas, 58 m²



(6) Vivienda para 2 personas, 62 m²



(7) Vivienda para 2 personas 56 m² + galería 9 m²



(8) Vivienda para 2 personas, 55,5 m²

Equipamientos para la asistencia de ancianos:
1. Viviendas para ancianos; 2. Residencias para ancianos; 3. Sanatorios para ancianos.

Las **viviendas para ancianos** → (3) – (8) deben satisfacer las necesidades de las personas mayores, de manera que puedan vivir independientemente, sin necesidad de alojarse en una residencia. Las viviendas situadas en zonas residenciales, suponen una proporción del 2 % al 10 % del total de viviendas. Vivienda para una persona: de 25 a 35 m²; vivienda para dos personas: 45–55 m². Deben disponer de balcones con una superficie ≧ 3 m², 1,40 m de profundidad mínima, puerta balconera sin travesaño inferior.

Las **viviendas tutorizadas para ancianos** son un conjunto de viviendas reunidas en un solo edificio, complementadas con salas comunes y una cocina central ≧ 20 m² para cada unidad de viviendas. Es conveniente que esté cerca de un sanatorio para ancianos con oferta de alimentos, actividades de ocio, recuperación y terapia. Asistencia sanitaria (enfermeras) con unidad de baños, sala de tratamiento, fregadero central y cuarto de limpieza. Una plaza de aparcamiento para cada 5–8 habitantes. Calefacción 2 % superior a lo normal. Posibilidad de incorporar servicios de ayuda especiales para los ancianos que lo necesiten → (9).

Residencias para ancianos con un equipamiento asistencial continuo. Han de cumplir una normativa estricta. Debido al tamaño de las superficies y locales comunes, resulta rentable a partir de unas 120 plazas. Oferta de alimentación, actos sociales y tratamientos de terapia. Unidad integrada de cuidados especiales para períodos cortos.
Características generales: los peldaños de las escaleras deben cumplir la relación 16/30, huellas sin vuelo y con el extremo anterior pintado de color bien visible. Los pasillos y escaleras deben disponer de pasamanos a ambos lados. Ascensores para camillas y sillas de ruedas. Cocinas sin muebles debajo de los antepechos de las ventanas. Asimismo, las residencias deben cumplir la normativa sobre minusválidos DIN 18011 y 18022 → p. 479 y ss.
Situación: cerca de una infraestructura urbana y medios de transporte público, con espacios al aire libre ajardinados y bancos.

Locales para ancianos (para pasar el día): con servicios para que los ancianos que viven independientemente puedan reunirse y recibir asistencia esporádicamente. Es aconsejable un local por cada 1600 ciudadanos ancianos. Con sala de encuentros (divisible) de unos 120 m², sala de asesoramiento de unos 20 m² y salas para tratamientos de rehabilitación y terapia, vestidores, salas de grupo, lavabos y WC, cocina americana y bolera.



(9) Planta baja con habitaciones
Residencia y sanatorio para ancianos

Arqs.: Turk/Richter/Bordurs

Residencias de ancianos

RESIDENCIAS DE ANCIANOS

→📖

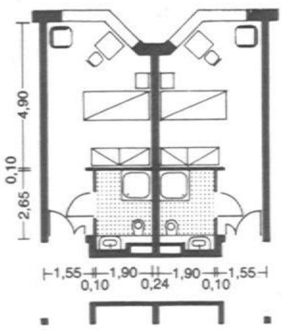
Los **sanatorios para ancianos** se destinan al cuidado, asistencia y manutención de personas mayores con una enfermedad crónica que necesitan cuidados especiales. Mediante tratamientos activos se debe procurar el mantenimiento y recuperación de los ancianos con la adecuada asistencia médica.
Es preciso una clara separación entre la zona de residencia y la zona de servicios → ⑥.
Zona de residencia: 50 % de la superficie total; habitaciones individuales: 18 m^2. Habitaciones dobles: 20 m^2 → ①–④. Si la habitación dispone de un dormitorio separado las superficies son: dormitorio individual: 7 m^2; dormitorio doble: 12 m^2.
Vestíbulo de la habitación: 1,25 × 1,25 m, con 1 m de armario para ropa. Baño con WC, lavamanos y ducha.

Cada grupo de residencia comprende unos 8 a 10 habitantes, con una sala de estar con cocina americana que también cumpla las funciones de comedor. Para cada grupo de residencia se ha de prever 1 sala de tratamiento. Los pasillos sirven como vías de comunicación y los distribuidores y vestíbulos deben facilitar la relación de grupos → ⑤.

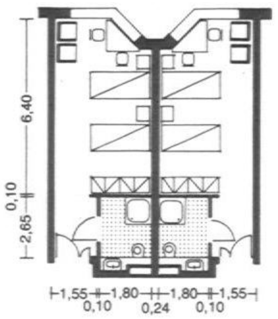
Sala de descanso y de trabajo para las enfermeras, aseo y guardarropa. La zona de tratamientos ha de tener una bañera resistente a los ácidos y apta también para tomar baños médicos, lavamanos, WC, bidet y ducha. Cuarto de limpieza con vertedero. Lavandería, sala auxiliar para aparatos y sillas de ruedas.

Zona de estancia y tratamientos cortos, para los ancianos que no residen en el sanatorio pero deben acudir a él durante las vacaciones de las personas que los cuidan en su domicilio, así como para tratamientos poshospitalarios, de rehabilitación, etc.

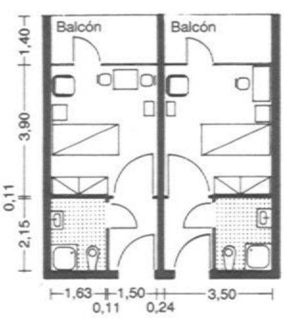
Es conveniente agrupar los equipamientos centrales en la planta baja y sótano, o distribuirlos en un departamento único.
Salas de administración, entrevistas y actos; salas comunes, y cafetería. Salas para terapia, gimnasia, pedicura y peluquería.



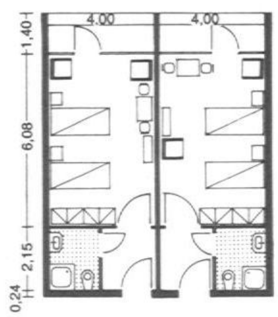
① Habitación individual



② Habitación doble



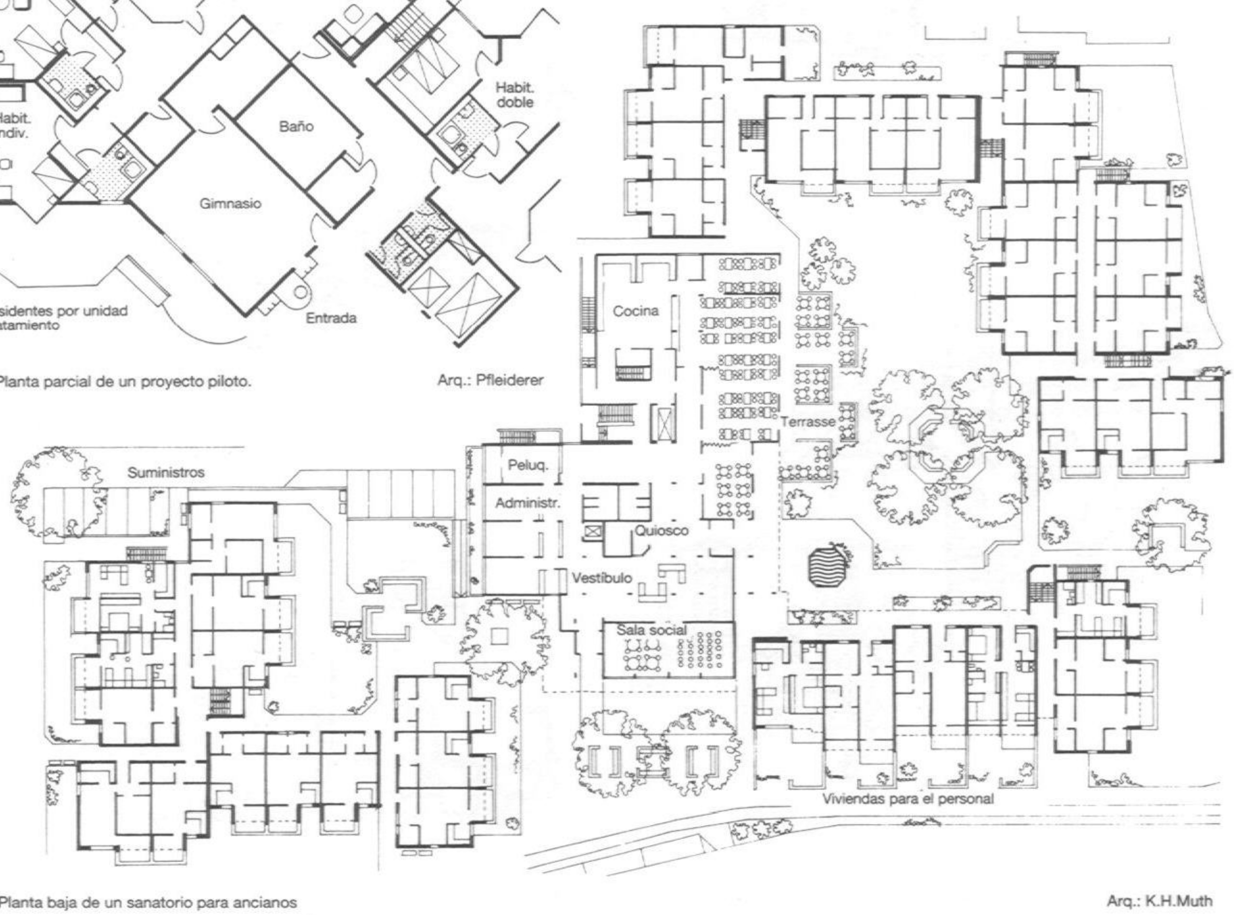
③ Habitación individual



④ Habitación doble



⑤ Planta parcial de un proyecto piloto. Arq.: Pfleiderer



⑥ Planta baja de un sanatorio para ancianos Arq.: K.H.Muth

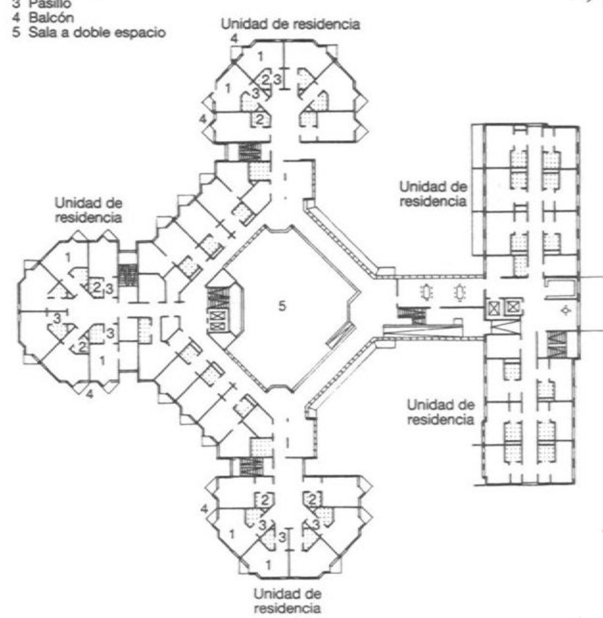
Residencias de ancianos

→ 📖



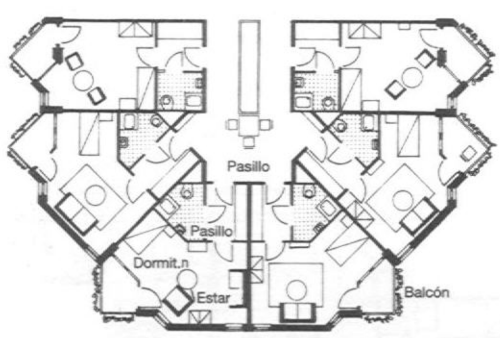
① Planta baja del Centro para ancianos Viersen

1 Dormitorio
2 Ducha/WC
3 Pasillo
4 Balcón
5 Sala a doble espacio

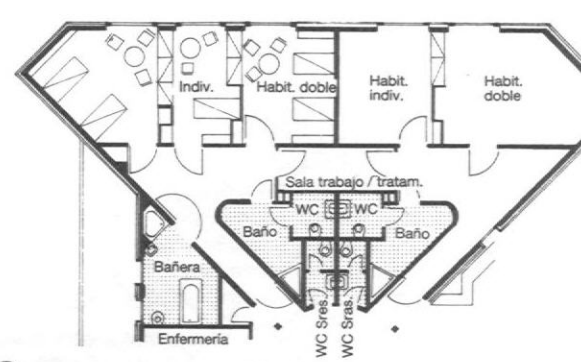


② 1.ª planta → ①

Arq.: W. von Lom



③ Planta parcial → ① - ②



④ Unidad de cuidados típica → ⑤ - ⑥

1 Vestíbulo
2 Quiosco
3 Cafetería
4 Recepción
5 Enfermera jefe
6 Sala social
7 Librería
8 Médico
9 Sala común
10 Habit. indiv.
11 Habit. doble



⑤ Planta baja del Asilo de Mühlheim

12 Comedor
13 Cocina
14 Comedor para personal
15 Patio exterior
16 Baño para movimientos
17 Salón
18 Pabellón con fuente
19 Galería
20 Ventilación del baño de movimiento
21 Porche con camas
22 Comedor-galería

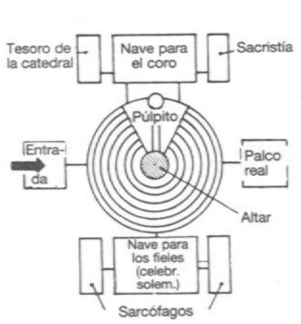


⑥ 1.ª planta → ⑤

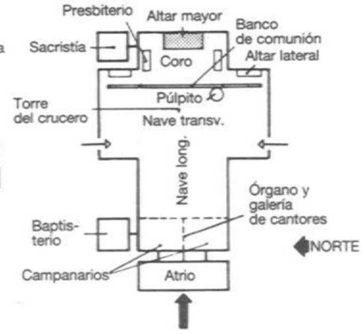
Arq.: A Riege

Residencias de ancianos

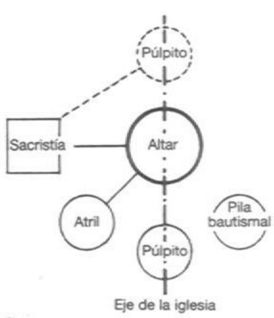
→ 📖



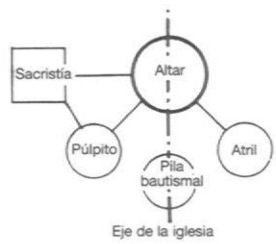
① Esquema de una iglesia evangélica, según el proyecto de Schinkel para la Catedral de Berlín



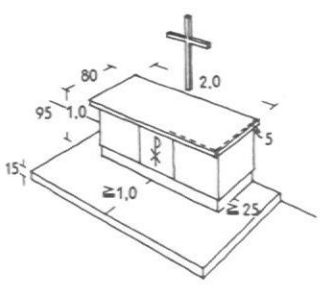
② Esquema de una iglesia católica



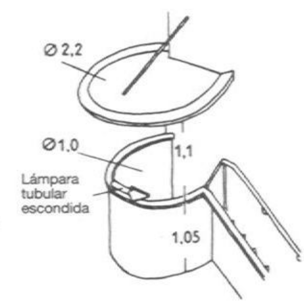
③ Púlpito y altar en un mismo eje



④ Púlpito a un lado del altar



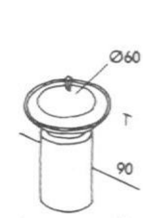
⑤ Altar para una comunidad evangélica, dimensiones parecidas a las de los altares laterales de las iglesias católicas; altar mayor: 3,0 m × 1,0 m, incluido el sagrario



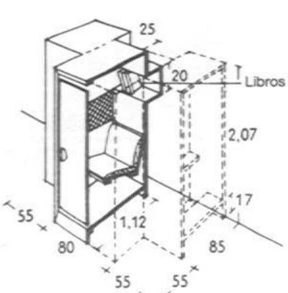
⑥ Púlpito con tornavoz para reflejar las ondas acústicas en dirección a los fieles



⑦ Atril (medidas normales)

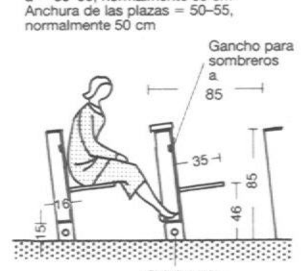


⑧ Pila bautismal (medidas normales)



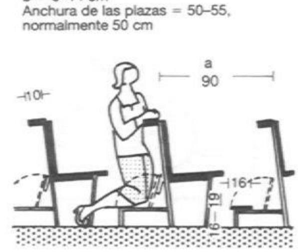
⑨ Confesionario para iglesias católicas Arq.: Schwarz

a = 80–90, normalmente 85 cm
Anchura de las plazas = 50–55, normalmente 50 cm



⑩ Bancos para iglesias evangélicas (sin reclinatorio)

a = 85–95, normalmente 90 cm
b = 5–14 cm
Anchura de las plazas = 50–55, normalmente 50 cm



⑪ Bancos para iglesias católicas (con reclinatorio)

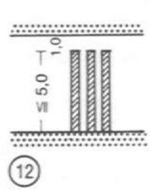
Las iglesias son un lugar de culto, por tanto, sus formas arquitectónicas se han de desarrollar a partir de la liturgia. Las autoridades eclesiásticas de cada nación dictan directrices especiales para las iglesias a construir en su demarcación; a estas directrices se añaden las normas correspondientes a los locales de reunión.

En occidente, cuando la Iglesia Católica era la única existente, las iglesias eran un templo para los «Servidores de Dios». El pueblo permanecía en un espacio semiexterior, el atrio, que se asimilaba al «paraíso». Las iglesias eran edificios sacros con una profunda connotación simbólica que se traducía en su forma en planta (cruz), orientación (coro en el este) y dimensiones (según proporciones geométricas) → p. 34–37, así como en todos los detalles litúrgicos. Más tarde el pueblo pasó a acceder al interior del templo y el oficiante ocupaba únicamente el coro, delimitado con una reja, el altar mayor (donde se encontraba el sarcófago con las reliquias de santos) y —en las grandes iglesias— el crucero que era el «corazón de la iglesia».

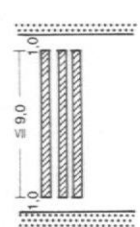
Espacio necesario por plaza: en iglesias evangélicas, sin reclinatorio → ⑩: 0,4–0,6 m^2 sin contar pasillos; en iglesias católicas, con reclinatorio → ⑪: 0,43–0,52 m^2 sin contar pasillos. La disposición y forma de los asientos tiene gran importancia para dimensionar el espacio, para determinar el efecto que produce, para la acústica y para la visibilidad. En las iglesias pequeñas (capillas) basta con un pasillo lateral de 1 m de anchura → ⑫ con bancos para 6–10 plazas sentadas, o un pasillo central de 1,50 m de anchura con bancos a ambos lados, → ⑬, o, para evitar la molesta radiación de frío de las paredes exteriores, 2 pasillos laterales con bancos en medio → ⑮ para 12–18 plazas sentadas. En las iglesias más anchas se ha de aumentar el número de pasillos, por consiguiente, el espacio necesario por plaza sentada incluyendo pasillos, oscila entre 0,63 y 1,0 m^2 y por plaza de pie entre 0,25 y 0,35 m^2; las plazas de pie utilizan gran parte de los pasillos, sobre todo delante de la pared posterior. La anchura de las puertas de salida y de las escaleras han de cumplir la normativa sobre locales de reunión → p. 414 y ss. El pasillo central alineado con el eje del altar es conveniente para realizar funerales y bodas, etc., pero es desfavorable para el oficiante, si el púlpito, tal como se exige en las iglesias evangélicas, se encuentra en el mismo eje → ③.

Las iglesias siempre han de estar en relación con un centro parroquial. Tanto en las obras de nueva planta, como en las rehabilitaciones y ampliaciones, se ha de solicitar la colaboración de la comisión diocesana y la autorización del obispado. El Concilio Vaticano II dio nuevas orientaciones para la construcción de iglesias.

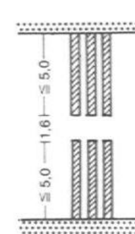
Altar = «mesa del Señor» centro de la eucaristía. Los altares de las iglesias deben ser exclusivamente fijos con la superficie superior de piedra natural y soporte de cualquier material, pero digno y duradero. Debe tener 95 cm de altura, estar aislado para poder rodearlo sin dificultad → ⑤. El sacerdote celebra la misa desde detrás del altar, con la cara dirigida hacia los asistentes. Los altares no deben utilizarse antes de la consagración. Debajo del altar sólo pueden colocarse reliquias de santos o mártires.



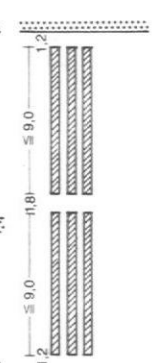
⑫



⑬



⑭

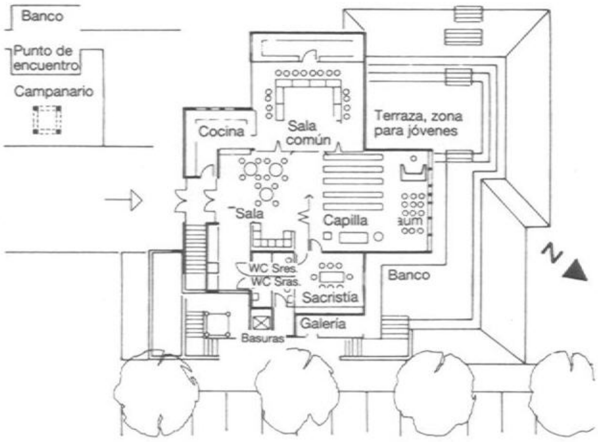


⑫ - ⑮ Anchura mínima de una iglesia en función de la situación de los pasillos

⑮

→📖

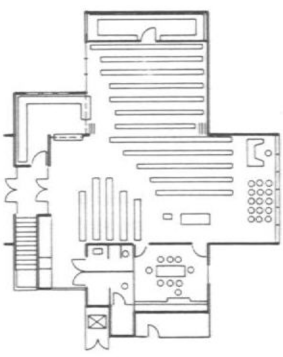
En las iglesias más grandes o catedrales (sedes arzobispales) también pueden construirse capillas laterales con otros altares. Encima de los altares o justo al lado, se disponen los candelabros y un crucifijo. El espacio alrededor del altar suele estar un poco más alto para facilitar la visibilidad y diferenciarlo del resto de la iglesia. Junto al altar ha de haber espacios diferenciados para la lectura de los evangelios, los cálices, asientos para el sacerdote y el monaguillo, generalmente situados en el vértice del espacio del altar y de cara a los fieles, un púlpito fijo para predicar la palabra de Dios, homilía y ruegos, a la derecha del público. Los bancos para comulgar ya no son estrictamente necesarios. En las iglesias católicas, los altares laterales son abiertos o cerrados y sus dimensiones mínimas son: 2,0 m de achura y 3,0 m de profundidad. Son precisos bancos para que puedan sentarse y arrodillarse los fieles (en las iglesias francesas son habituales los reclinatorios). Instalación electroacústica con micrófonos en el altar y en el púlpito cuando sea imprescindible. Plazas para el coro e instrumentos cerca del órgano, las galerías no siempre satisfacen esta exigencia. El espacio para el órgano → p. 524 requiere un planeamiento previo de las condiciones acústicas y de las características del espacio interior, al igual que el campanario respecto a las condiciones del espacio exterior → p. 525. La eucaristía se ha de guardar en un sagrario seguro. La luz eterna señaliza este lugar, cercano al altar o en una capilla lateral. Delante del sagrario ha de haber una repisa con suficiente espacio para dejar los cálices y reclinatorios para el rezo privado. Generalmente, a lo largo de la iglesia se ubica un vía-crucis de 14 estaciones, con representaciones artísticas, repartidas uniformemente, al igual que las doce cruces de los apóstoles. También es preciso un baptisterio (pila bautismal) en la nave de la iglesia o en una capilla lateral y un confesionario o sala adjunta para confesarse. En las iglesias católicas los confesionarios → p. 521 ⑨ se colocan junto al coro o en los pasillos laterales, generalmente pueden utilizarse desde dos lados.
Cercana al altar se ubica la sacristía para guardar las vestiduras y elementos auxiliares, así como para preparar la celebración de las misas. El programa se completa con instalación de ventilación y de calefacción, lavabos, accesos utilizables por minusválidos, plazas para sordos y suficientes plazas de aparcamiento.



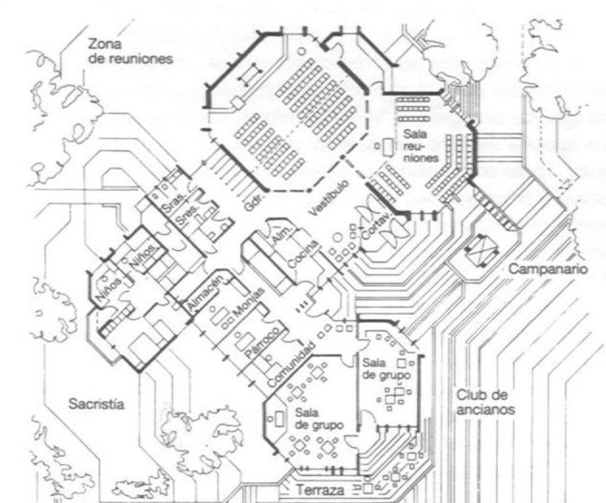
① Planta baja del centro comunal de Colonia–Widdersdorf → ②-③ Arq.: Jochen Jacobs, 1986



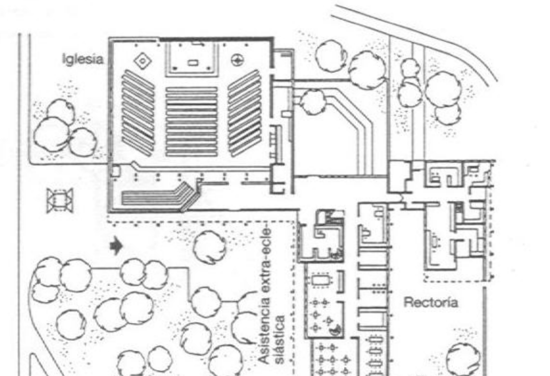
② Planta piso → ①



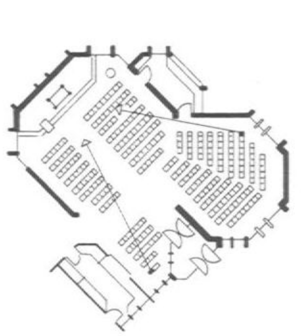
③ Planta baja de uso polivalente, 180 plazas → ①



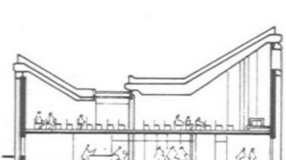
④ Planta baja de la Iglesia de la Esperanza, Colonia-Porz. Arq.: Hadenfeld, 1980



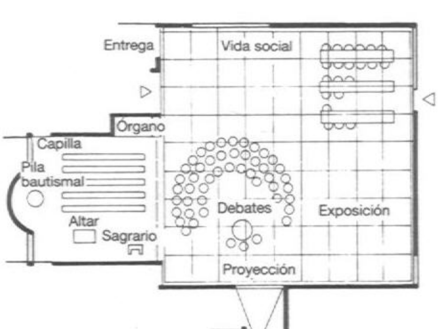
⑦ Centro comunal católico, Burglengfeld Arq.: Kiessling



⑤ Iglesia, 254 plazas → ⑥



⑥ Sección → ⑤



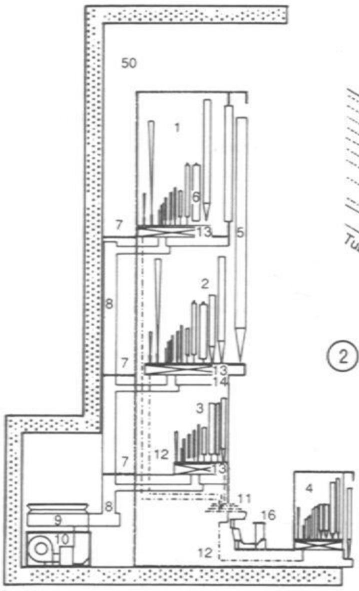
⑧ Variantes de utilización del espacio Arq.: B. Weber

El órgano en una iglesia o en una sala de conciertos es una obra de arte, cuyo éxito depende de aspectos musicales, artísticos y técnicos. No existe una forma fija. El diseño responde a características técnicas. Cada órgano constituye una pieza única, es un elemento del espacio en el que está instalado y, por lo tanto, también es un elemento arquitectónico. El espacio se ha de planear junto con el órgano y éste junto con el espacio. Desde el comienzo han de colaborar el arquitecto y el constructor del órgano. El aspecto exterior y la estructura interior han de corresponderse. Factores a considerar: volumen del espacio, acústica, ubicación, número de asientos de la iglesia, requisitos musicales (solistas, música de acompañamiento). Cuanto mejor sea la acústica y más favorable sea la situación del órgano, mejores serán los resultados. Tiempo de reverberación normal: 3–4 segundos cuando la iglesia está llena. La zona del órgano debe permitir una alta difusión y una buena reflexión en la pared posterior, paredes laterales y techo. Abanico de frecuencias del órgano: 16 Hz a más de 10 000 Hz. Mejor audición desde delante que desde atrás del órgano. Los parámetros para determinar el tamaño del órgano son el número de registros y el de cajas secundarias → (12). Fórmula de Walker que también tiene en cuenta el volumen del espacio:

$$\text{n.° de registros} = \frac{\text{volumen m}^3}{190} + \frac{\text{n.° de asientos : 2}}{25}$$

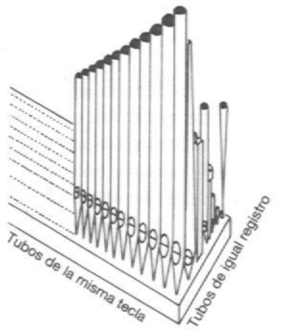
Fórmula del arzobispado de Munich/Freising que parte de una buena acústica para el órgano. En espacios pequeños: 1 registro por cada 60 m^3; espacios de tamaño medio: 1 registro por cada 100 m^3; espacios grandes: 1 registro por cada 150 m^3. Cuando las condiciones acústicas son inadecuadas (reverberación inferior a 3,5 seg.) se necesita un suplemento del 10 %. Los órganos están formados por diferentes cajas, generalmente de madera.

Proporciones básicas: más plano que profundo, más alto que ancho. Alturas compensadas. El bastidor está abierto por delante en la zona de los tubos de fachada. Estos han de empezar a partir de la altura de la cabeza (aprox. 2,00 m), la pared posterior está subdividida en varias puertas para afinar el órgano y poder realizar los trabajos de mantenimiento → (1). Dispositivos para afinar de 50 a 80 cm de anchura. Los tubos de la fachada del órgano son de una aleación de plomo y estaño. La fachada ha de responder a la estructura de cajas (caja principal y auxiliares) del órgano. Los tubos producen tonos, cuya forma constructiva (cilíndrica, cónica, abierta, cerrada), medidas (anchura–angostura) y material (aleación de plomo y estaño, madera), determinan la tonalidad. Por lo tanto, los distribuidores de aire tienen siempre un fundamento técnico–musical. La forma en planta del órgano ha de dejar suficiente espacio para colocar distribuidores rectangulares.

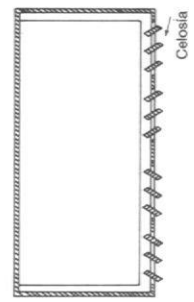


1 Caja solo órgano
2 Caja principal
3 Caja pectoral
4 Positivo dorsal
5 Tubos fachada
6 Tubos registro
7 Afinador
8 Cond. aire
9 Fuelles
10 Motor
11 Consola (adosada)
12 Transm. mec.
13 Distrib. aire
14 Bastidor de correa
15 Pedal notas
16 Banco

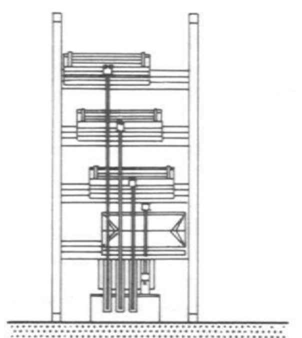
(1) Sección de un órgano con IV pedales manuales laterales (no representados)



(2) Ordenación de los tubos en el distribuidor de aire



(3) Caja para el solo de órgano



(4) Fuelles cónicos

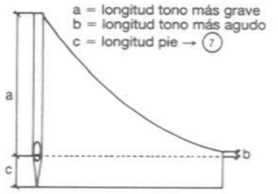
Máquina de aire (incl. caja motor)					
N.° registros		10	20	40	80
Longitud cm		85	85	120	150
Anchura cm		65	75	110	120
Altura cm		60	60	110	135
Fuelle: n.° cajas auxiliares					
	1	2	3	4	5
Long. cm	70	110	160	200	300
Ancho cm	50	60	80	100	130
Alto cm	20	30	30	35	40

Al aspirar aire, normalmente se necesitan fuelles cónicos con las siguientes medidas de la «caja de fuelles» (detrás o a un lado del órgano):

Longitud cm	300–400 cm
Anchura cm	110–150 cm
Altura cm	130–390 cm

(5) Dimensiones de los fuelles

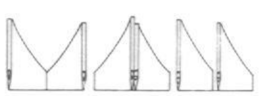
a = longitud tono más grave
b = longitud tono más agudo
c = longitud pie → (7)



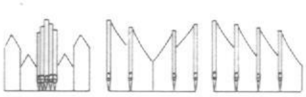
(6) Línea tubular de un registro en si bemol

		32'	16'	8'	4'
Manual	a	1000	488	240	119
56 tonos	b	38	19	9,5	4,8
Do–9''	c	90	50	30	18
Pedal	a	1000	488	240	Medidas mínimas
30 tonos	b	159	78	38,6	
Do–9''	c	90	500	30	

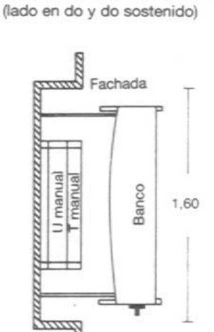
(7) Tabla de los tubos



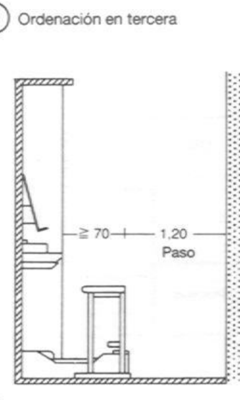
(8) Ordenación diatónica de los tubos (lado en do y do sostenido)



(9) Ordenación en tercera



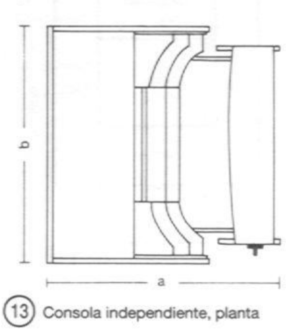
(10) Planta de un pequeño órgano manual



(11) Sección → (10)

Espectad.	Regist.	N.° cajas auxil., incl. ped.	Registro principal más grave C. pral.	Pedal	Forma constructiva
100	3–7	1	2'	Sin	A: arcón o pos.
200	8–12	2	4'	8'	B: positivo
300	12–20	3	4'–8'	8'	C: peq. órg.
400	20–30	3	8'	8'	D
500	25–35	3–4	8'	16'	E
600	30–40	4	8'	16'	F
700	35–45	4	8'	16'	
800	40–50	4	8–16'	16'	
900	45–55	4	16'	16'	G
1 000	50–60	4–5	16'	16'	
1 250	60–70	4–5	16'	16'–32'	H
1 500	70–80	5	16'	16'–32'	
1 750	75–85	6	16'	32'	I
2 000	80–90	6	16'	32'	
2 500	90–100	6	16'	32'	

(12) Fórmula para determinar el número de registros, según H.G. Klais



(13) Consola independiente, planta

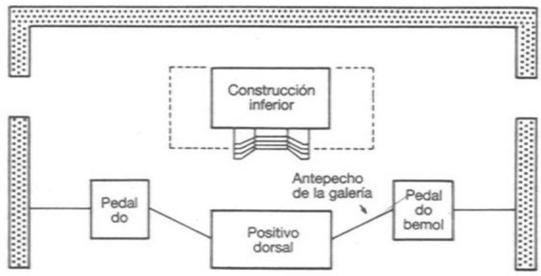


a = anchura, incluidos los registros
b = profundidad, incluido el banco
c = altura sin púlpito de notas

(14) Sección → (13)

Iglesias
Museos

→ 📖

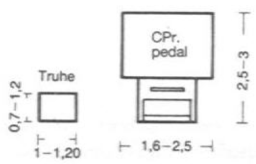


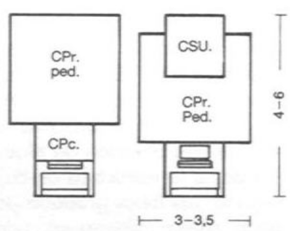
① Planta de las torres de pedales en el antepecho

Tipo	Altura en m	Anchura en m	Profund. (fachada plana) (sin disp.) para afinar)	
③ – ④	0,6–0,8	1–1,2	0,7–1,2	H arcón = 0,6–0,8 m
⑤	2,5–3	1,6–2,5	0,8–1,6	Positivo
⑥	4–6	3–3,5	1,2–1,8	Organo pequeño
⑦	6–7	5,5–6,5	1,2–2	Manual II/CPr. 8'/ped. 8'
⑧	6,5–9	4,5–7	1,5–2,5	Manual II/CPr. 8'/ped. 16'
⑨ – ⑩	7,5–10	7–9	2–3	Manual III/CPr. 8'–16'/ped. 16'
⑪ – ⑫	9–13	8–12	2–4	Man. IV-V/CPr. 16'/ped. 16'–32'

Las profundidades de las cajas están pensadas como valores orientativos. Si las diferentes cajas se colocan una detrás de otra, y la fachada en voladizo, el órgano ocupará una superficie mayor.

② Dimensiones de las cajas → ③ – ⑫

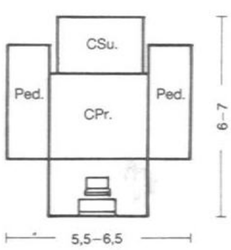




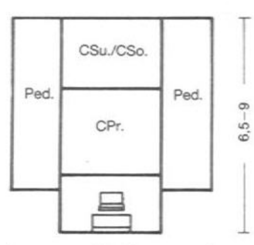
CPr. = caja principal
PDr. = positivo dorsal
CPc. = caja pectoral
CSo. = caja para el solo de órgano
CSu. = caja superior
Ped. = pedal

③ – ④ → ②

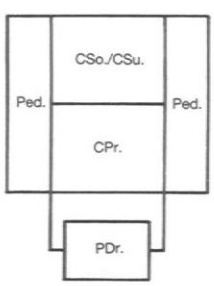
⑤ – ⑥ → ②



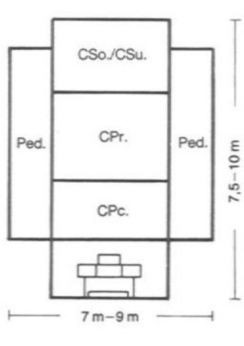
⑦ → ②



⑧ → ②



⑨ → ②



⑩ → ②

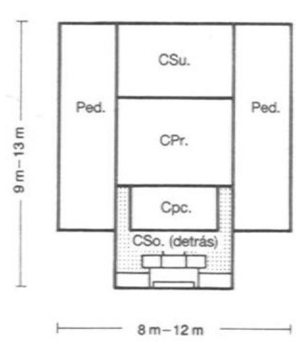
La consola debería estar bien fijada al órgano. Sólo así se pueden conseguir recorridos cortos de transmisión y una manera óptima de tocar. La consola se suele colocar en posición frontal.
En los órganos de antepecho la consola se puede colocar a un lado, o, excepcionalmente, detrás.
Consola central independiente, como máximo a 2,00 m del órgano, de manera que el organista pueda ver el instrumento → p. 523 ⑬ – ⑭.
Se llama transmisión a la conexión entre la consola y los distribuidores de aire del órgano.
El recorrido de transmisión ha de ser corto y sencillo.
Los fuelles están formados por una máquina de viento, acoplamiento, y canales que van hasta los distribuidores de aire; suelen estar en la parte inferior del órgano, detrás suyo o a uno de sus lados. Los grandes fuelles, sobre todo en las salas de concierto, se colocan en cámaras propias.
Dimensiones de los fuelles y acoplamientos → p. 523 ④ – ⑤. Los órganos no se han de colocar forzosamente en las galerías, también pueden situarse cerca del altar o en forma de nido de golondrina.
Se ha de evitar instalar los órganos en torres, nichos profundos o delante de grandes ventanales (superficies más frías) y procurar que las vigas o correas perjudiquen la propagación sonora. En las salas de conciertos los órganos se han de colocar muy cerca del escenario.

Peso de los órganos:

Pedal:
Base-principal 16': 600 kg; base-principal 8': 400 kg/registro.
Caja principal: base 4' – longitud: 250 kg/registro
Caja para el solo de órgano: base 4'–longitud: 250 kg/registro
Caja pectoral: base 2'-altura: 160/kg/registro (incluido el bastidor y la celosía).
Positivo dorsal: base-principal 8': 150 kg/registro; base-principal 4': 100 kg/registro.
Caja pectoral: base 2': 90 kg/registro.
En todos los datos está incluido el bastidor y la caja. Las cargas se transmiten puntualmente. Si es necesario, se ha de colocar un elemento para repartir las cargas.
Consolas independientes: consola con dos teclados manuales: hasta 250 kg; con tres teclados manuales: hasta 300 kg.
Condiciones climáticas: a ser posible humedad constante (valor óptimo 60 %) durante todo el año. Valores límites: 45–80 % de humedad relativa. Se han de evitar las corrientes de aire y los cambios bruscos de temperatura. Para calentar y enfriar el espacio se debe contar con un período de tiempo de 10 h, para que dicho cambio sea paulatino. No deben situarse ventanas en las proximidades o detrás del órgano.
Las paredes laterales y posterior del órgano deben disponer de superficies duras y reflectantes. Los tubos de fachada no han de estar expuestos a los rayos solares y se debe evitar la luz directa de focos.
Todos los órganos necesitan mantenimiento. Los dispositivos para afinar se encuentran detrás del órgano y para maniobrar se debe dejar un espacio de 50–80 cm. Los órganos en voladizo deben ser accesibles desde abajo. Delante del órgano se sitúa la tarima para el coro y la orquesta.



⑪ → ②



⑫ → ②

CAMPANAS, CAMPANARIOS → 📖
DIN 4178

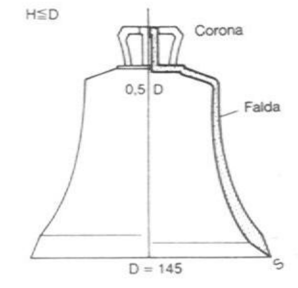
Antes de la planificación: un especialista en campanas aconseja sobre el número y tono de las campanas, características acústicas y peso. El fundidor proyecta el armazón de la campana como base para dimensionar la caja del campanario y las aberturas. Aporta los datos de las cargas que tendrá que tener en cuenta el calculista. El calculista debe considerar las cargas estáticas y dinámicas. La frecuencia propia del campanario no puede producir resonancias con la frecuencia de las campanas.

Campanas: peso, aleación y espesor de la falda determinan el sonido. Actualmente se emplean dispositivos eléctricos. Las campanas de acero, que apenas se fabrican, tienen un diámetro 15 % mayor y un peso 25 % menor que las de bronce → (1).

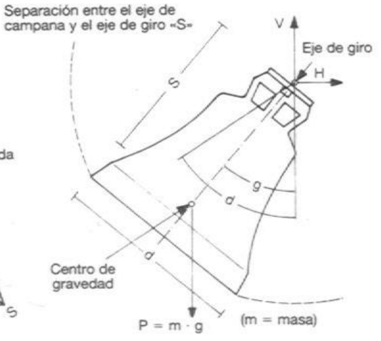
Campanario: es un instrumento musical para solos, que, junto con los campanarios vecinos puede formar una orquesta. El alcance acústico que se desee lograr determina la altura de la caja de campanas en el campanario, que siempre debe estar por encima de los edificios vecinos. La calidad del sonido de las campanas depende del material de construcción y de las características acústicas. El campanario se separa del edificio mediante juntas que impidan la transmisión de la vibración acústica. En este sentido los campanarios aislados son ventajosos. Debe ser registrable para la colocación y cambio de las campanas y disponer de un acceso seguro hasta la caja de campanas para realizar los trabajos de mantenimiento (escalera fija en vez de escalera de mano).

Caja de campanas: es sala de mezclas y de resonancia, determina la calidad musical de la emisión acústica. La caja ha de estar completamente cerrada, excepto las aberturas acústicas → (7) – (8).

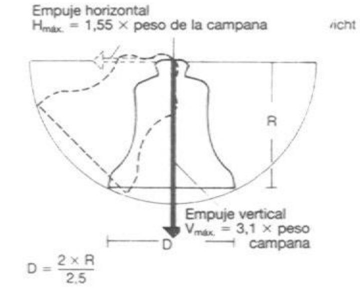
Aberturas acústicas: es mejor que sean muchas y pequeñas, perpendiculares a la dirección de oscilación. La emisión acústica no debe ser superior a 30° respecto a la horizontal, para proteger al vecindario. El impacto del badajo no puede irradiar. Esto también se ha de tener en cuenta en la disposición de las lamas acústicas. El total de las aberturas, si la superficie de las paredes interiores de la caja de campanas es plana, 5 % como máximo; y si la superficie es rugosa, 10 % como máximo. Las superficies de hormigón pueden revestirse con madera → (9) – (10).



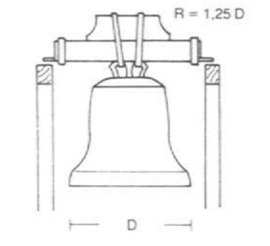
(1) Proporciones en función de la falda



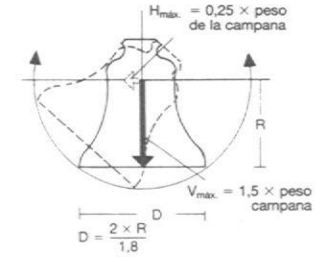
(2) Denominaciones



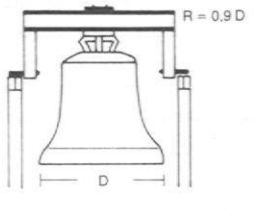
(3) Empuje horizontal



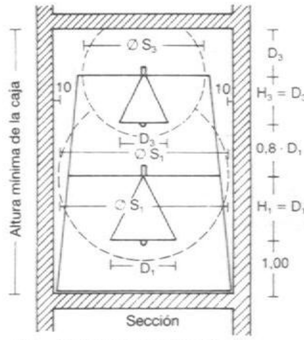
(4) Yugo recto



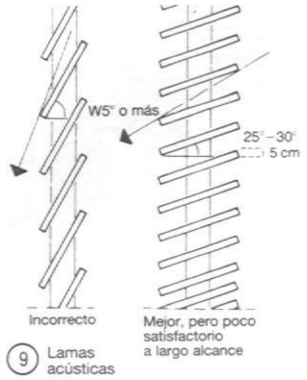
(5) Suspensión cerca del centro de gravedad



(6) Yugo quebrado de acero

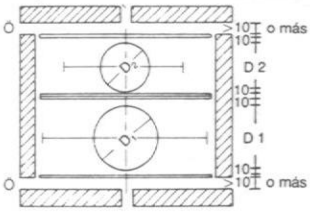


(7) Dimensiones de la caja del campanario (medidas mínimas)

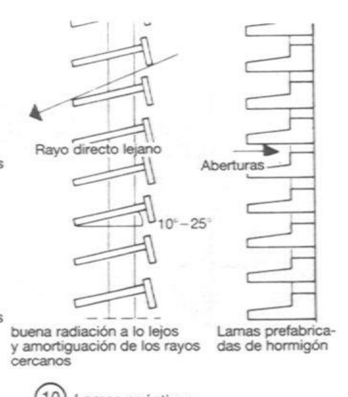


(9) Lamas acústicas

Profundidades:
∅ S_3 = diámetro de oscilación de la campana 3 = 2,6 × D_3
∅ S_1 = diámetro de oscilación de la campana 1 = 2,6 × D_1
Aberturas acústicas donde no golpea la badaja



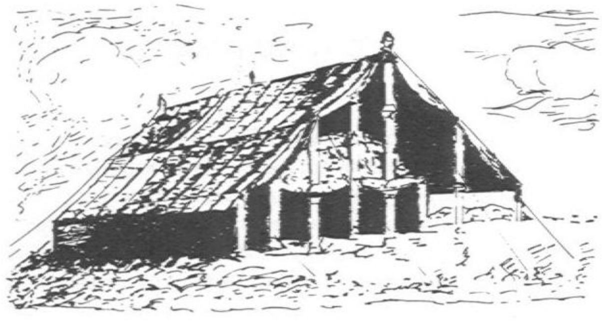
(8) Planta → (7)



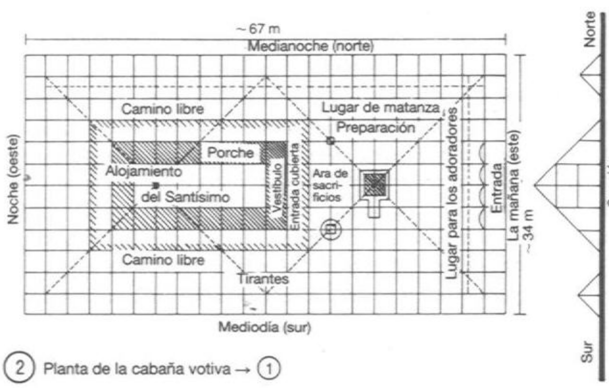
(10) Lamas acústicas

	Diámetro de la campana d mm	Peso propio campana P kN	Diámetro de la campana d mm	Peso propio campana P kN	Diámetro de la campana d mm	Peso propio campana P kN
	Falda					
Tono	Fina		Media		Gruesa	
fa^2	2250	58	2320	71		
fa^2 sol bemol^2	2120	48	2220	59		
sol^2	2000	40	2100	50		
sol^2 la bemol^2	1880	34	2000	41		
la^2	1780	28	1880	35		
la^2 si bemol^2	1680	24	1760	29		
si^2	1580	20	1660	24		
do^3	1480	16	1570	20	1680	31
do^3 re bemol^3	1400	14	1475	17	1580	25
re^3	1325	11	1390	14	1500	21
re^3 mi bemol^3	1240	10	1310	12	1410	17
mi^3	1170	8,0	1240	10	1330	15
fa^3	1110	7,0	1170	8,0	1250	13
fa^3 sol bemol^3	1035	5,5	1100	7,2	1175	11
sol^3	980	4,6	1040	6,0	1110	9,0
sol^3 la bemol	930	4,0	980	5,0	1040	7,2
la^3	875	3,2	925	4,3	985	6,2
la^3 si bemol^3	830	2,8	870	3,5	930	5,3
si^3	780	2,3	820	3,0	880	4,3
do^4	740	2,0	775	2,5	830	3,7
do^4 re bemol^4	690	1,6	730	2,1	780	3,2
re^4	650	1,4	690	1,7	735	2,6
re^4 mi bemol^4	600	1,1	645	1,5	690	2,1
mi^4	575	0,90	610	1,2	650	1,7
fa^4	550	0,80	580	1,0	620	1,5
fa^4 sol bemol^4	510	0,65	545	0,80	595	1,2
sol^4	480	0,55	510	0,70	550	1,0
sol^4 la bemol^4	450	0,45	480	0,59	525	0,90
la^4	425	0,38	455	0,50	495	0,75
la^4 si bemol^4	390	0,32	430	0,40	465	0,65
si^4	370	0,25	405	0,35	440	0,50
do^4	350	0,20	380	0,30	415	0,43
Forma p. un valor	c = 0,75		c = 0,76		c = 0,78	

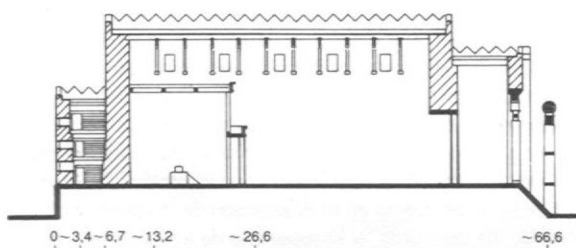
(11) Características de las campanas



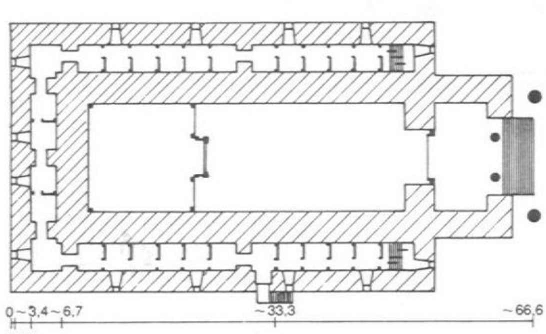
① Cabaña votiva, primer templo de los judíos



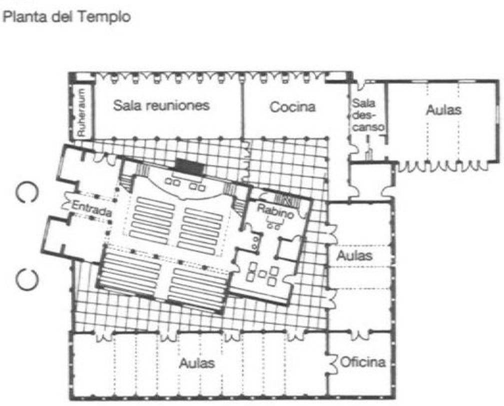
② Planta de la cabaña votiva → ①



③ Jerusalén, Templo de Salomón. Sección longitudinal → ④



④ Planta del Templo



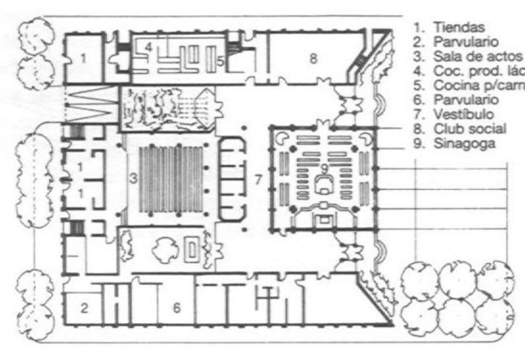
⑤ Sinagoga de Shalom, Chicago 1986. Arq.: Stanley Tigermann. Planta

El primer encargo de Dios para construir un templo, con precisas especificaciones formales y técnicas, se encuentra en la Biblia (Exd. 25-27).
En una sinagoga, el punto de referencia central, no es un altar, sino el estrado elevado para predicar *(almemor)* con dos asientos para el rabino y el chantre, desde los que se lee el tora. La sinagoga se orienta hacia Jerusalén. En el testero se encuentra el armario para guardar los rollos del tora *(aron hakodesch)*, unipartito en las salas *askenazi* (voz hebrea para «alemán», y en general «europeo» = diáspora), tripartito en las salas *sefardíes* (voz hebrea para «español», y en general oriental = palestina). Entre el estrado para predicar y el armario para guardar el tora se encuentra el pasillo para la solemne procesión de anunciación de los textos sagrados.

La construcción de una sinagoga es el reiterado intento de solucionar el conflicto de ordenar la planta entre el centro espiritual del estrado para predicar (construcción central, más ortodoxa) y el centro espacial del armario para guardar el tora (construcción longitudinal, más liberal) o la síntesis geométrica entre un rectángulo y un cuadrado o un círculo. Los símbolos de la estrella de David, del candelabro con siete brazos y de las tablas de la ley mosaica, son elementos imprescindibles.

La sinagoga suele estar unida con un centro comunitario, en forma de sala para rezos y reunión. El espacio para las mujeres debe estar separado y fuera del campo de visión de los hombres; muchas veces se sitúa en un lugar elevado. En la entrada se encuentra una fuente o una pila para lavarse las manos. El baño ritual (baño judío) con un estanque para que se sumerjan las mujeres, se suele situar en el sótano y debe disponer de agua natural corriente sin conductos de metal. En las sinagogas liberales se colocan a veces órganos, pero nunca como piezas para ser contempladas.

En la ornamentación quedan excluidas las imágenes de personas, sólo se admiten motivos florales, geométricos o caligráficos.



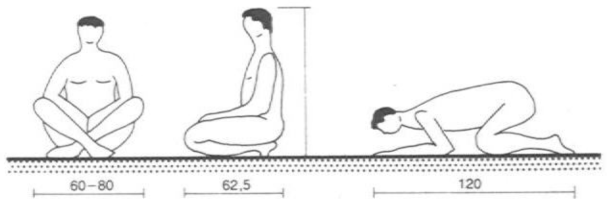
⑥ Sinagoga con centro comunitario, Mannheim 1967. Planta. Arq.: Karl Schmucker.



⑦ Sinagoga con centro comunitario, Darmstadt 1988. Planta baja. Arq.: Alfred Jacoby.

Iglesias
Museos

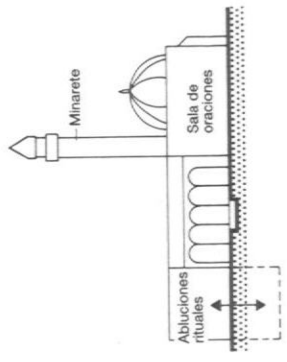
→📖



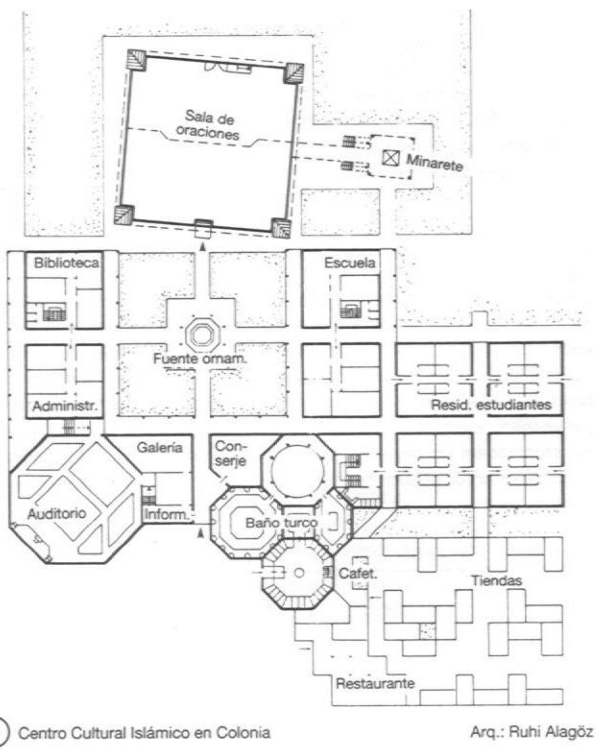
(1) Personas rezando



(2) Construcción histórica



(3) Sección → (2)



(4) Centro Cultural Islámico en Colonia Arq.: Ruhi Alagöz

Una mezquita (*masjed* o *jamih*) es un lugar de oración, centro cultural, lugar de reunión de la comunidad, tribunal, escuela y universidad. (El corán es para el islam la fuente central de reglas de la vida, formación, leyes, religión, etc.)

En los países islámicos, la mezquita está en el bazar (*sovk*) que es centro de la vida pública. En los países que no disponen de bazar deberían proyectarse junto con la mezquita otros equipamientos: peluquería, tiendas para alimentos permitidos, cafetería, etc.

Las mezquitas pequeñas *(mescit)* raras veces tienen un minarete *(minare)*, pero las grandes *(camii)* siempre lo tienen. En el mundo islámico no existen ni los órganos, ni los campanarios. Desde el minarete, con escalera o ascensor hasta la galería superior —generalmente cubierta— resuena 5 veces al día la llamada del almuecín *(muezzin)* a la oración; en la actualidad se realiza a través de un altavoz, aunque en muchos países no está permitido.

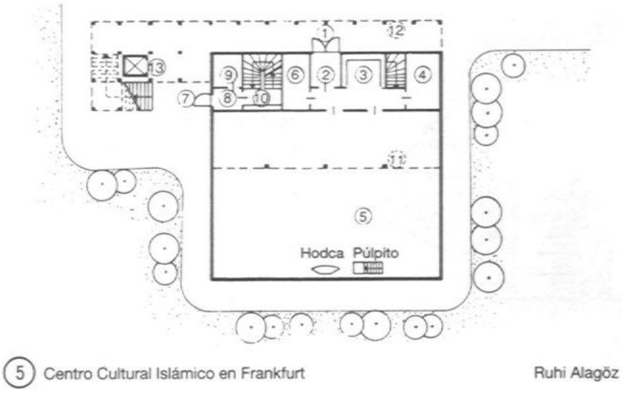
La sala de oración se dimensiona a partir del espacio que necesita una persona para rezar, unos 0,85 m^2. Suele ser cuadrada o rectangular, a menudo con una cúpula, y está orientada hacia La Meca. En el testero *(qibla)* está el nicho de oración *(mihrab)* y a su lado el púlpito para la oración de los viernes *(minbar)*, siempre con un número impar de peldaños, para el teólogo de la mezquita *(imán)*. Una división, generalmente simbólica, separa las mujeres de los hombres.

En la zona de la entrada se sitúan estantes para los zapatos de los creyentes y salas para las abluciones rituales y duchas siempre con agua corriente. WC, generalmente como placa turca, perpendicularmente a La Meca. Estas instalaciones tienen entradas separadas para hombres y mujeres.

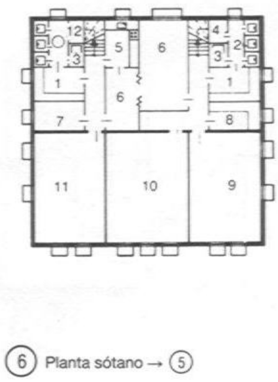
Muchas mezquitas tienen un patio interior de igual tamaño que la sala de oración, que en los días festivos se utiliza como ampliación de la misma. El patio dispone de una fuente ornamental *(tscheseme)* para abluciones rituales. En los países cálidos se plantan árboles que den sombra, siguiendo una configuración geométrica.

El programa se completa con biblioteca, sala de conferencias, aulas, almacenes y viviendas, al menos para el imán y el almuecín.

En la ornamentación no están permitidas las figuras de personas o animales; los motivos vegetales y geométricos (arabescos), así como versos del corán en caligrafía árabe, son la única decoración admitida.



(5) Centro Cultural Islámico en Frankfurt Ruhi Alagöz



(6) Planta sótano → (5)

Planta baja
1 Entr./hombres
2 *Wifa*
3 Zapatos
4 Oficina/*Hodca*
5 Sala oraciones Nivel inf./hombres
6 Inform./hombres
7 Entr. mujeres
8 *Wifa*
9 Inform./mujeres
10 Zapatos
11 Sala de oraciones Nivel sup./mujeres
12 Balcón
13 Minarete c. asc.

Planta sótano
1 Lavamanos
2 WC
3 Duchas
4 Baño
5 Cocina
6 Comedor
7 Calefacción
8 Peluquería
9 Aula/hombres
10 Biblioteca y sala de conferencias
11 Aula/mujeres
12 Baño

(7) Leyenda → (5)-(6)

Salas: las salas destinadas a exponer obras artísticas y científicas han de servir para:

1. protegerlas de la humedad, de la sequedad, del sol, del polvo, de agresiones o robos y
2. mostrarlas bien iluminadas (en el sentido más amplio), lo cual se consigue mediante una clasificación de las obras:
   a) en obras destinadas a ser estudiadas (grabados, dibujos originales, etc.) que se conservan en carpetas guardadas en armarios (con cajones) de unos 80 cm de profundidad y 160 cm de altura;
   b) en obras exhibidas al público (óleos, frescos, exposiciones itinerantes, etc.).

El público ha de poder contemplar las obras expuestas sin esfuerzo. Esto exige fijar unos itinerarios de recorrido y ordenar las obras a exponer.

A ser posible se han de situar cada grupo de cuadros en una única sala y cada cuadro en una pared. Esto exige salas pequeñas. La proporción entre superficie de pared y superficie en planta es mayor en las salas grandes necesarias para colgar grandes cuadros, ya que el tamaño de las salas depende del tamaño de los cuadros. El ángulo visual del hombre son 54°, o 27° hacia arriba desde el ojo del espectador, lo cual implica que dada una distancia de contemplación de 10 m, los cuadros se han de colgar desde 4,90 m por encima del punto de vista → ⑥ hasta 70 cm por debajo. Sólo los grandes cuadros superarán estos límites por arriba y por abajo. Los cuadros de tamaño pequeño deberían colgarse de manera que su centro de atención (línea de horizonte del cuadro) quedase a la altura de los ojos → ⑨

Superficie necesaria por cuadro	3 – 5 m^2 de pared
Superficie necesaria por obra pictórica	6 – 10 m^2 en planta
Superficie necesaria por cada 400 monedas	1 m^2 de vitrina

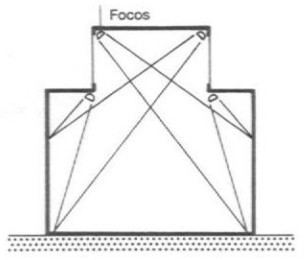
El cálculo de la iluminación adecuada en un museo →📖 es muy teórica, lo decisivo es la calidad de la luz, por ello, los ensayos americanos tienen mayor interés →📖. Últimamente se tiende a la iluminación artificial, en vez de intentar aprovechar la luz natural siempre cambiante aunque entre a través de lucernarios orientados a norte.

En una sala con iluminación natural lateral, la superficie óptima para colgar cuadros se sitúa entre los 30° y los 60° de reflexión de la luz, para una altura del techo de 6,70 m y el antepecho de ventana de 2,13 m en el caso de pinturas, o de 3,04 a 3,65 m en el de esculturas, según los estudios de Boston → ⑩.

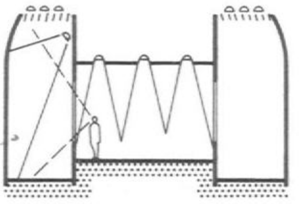
Ordenación del conjunto: es preferible disponer varias alas alrededor de la entrada que un pasillo interminable que dé la vuelta a todo el edificio. Se ha de prever suficiente espacio para desempeñar los trabajos de embalaje, envío, administración, salas para proyectar diapositivas, talleres de restauración y salas de conferencias → Escuelas. Los castillos, palacios y monasterios deshabitados son idóneos para su transformación en museos, suelen ofrecer un marco más adecuado para exponer los objetos históricos que los llamados fríos edificios modernos.

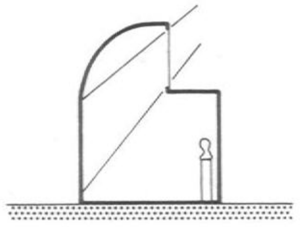


① Esquema de circulaciones



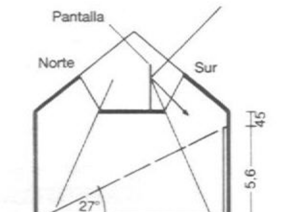
② Instalar las fuentes de luz artificial de manera que se asemeje a la luz natural


③ Sección típica de un museo de historia natural

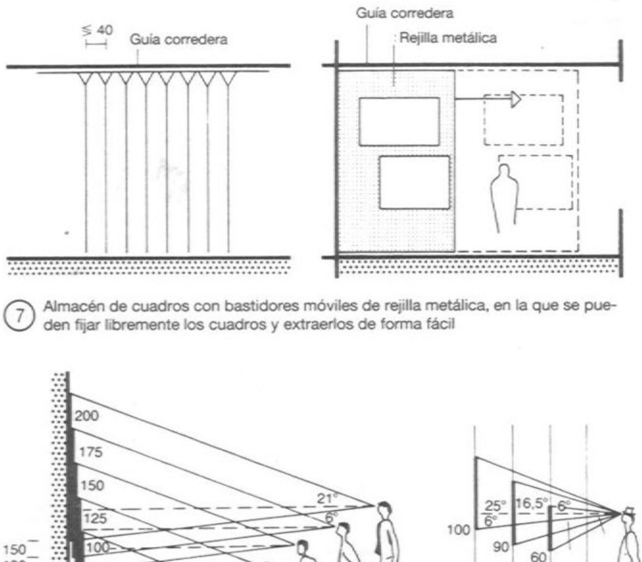

④ Galería longitudinal iluminada desde un solo lado, zona más baja con luz indirecta más tenue



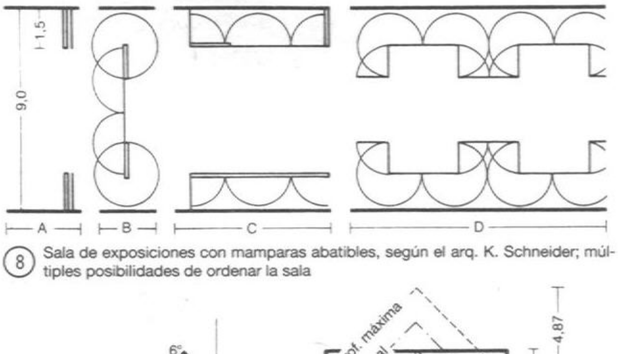
⑤ Sala de exposiciones bien iluminada, según los estudios de Boston



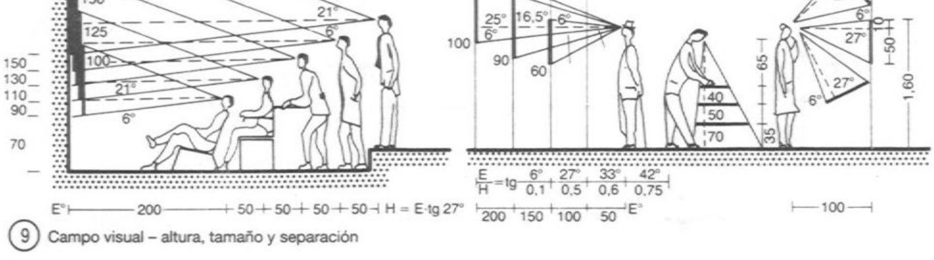
⑥ Sala con iluminación óptima de dos lados, según S. Hurst Seager →📖



⑦ Almacén de cuadros con bastidores móviles de rejilla metálica, en la que se pueden fijar libremente los cuadros y extraerlos de forma fácil



⑧ Sala de exposiciones con mamparas abatibles, según el arq. K. Schneider; múltiples posibilidades de ordenar la sala

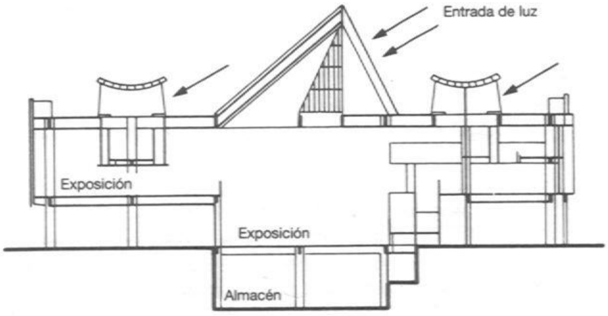


⑨ Campo visual – altura, tamaño y separación

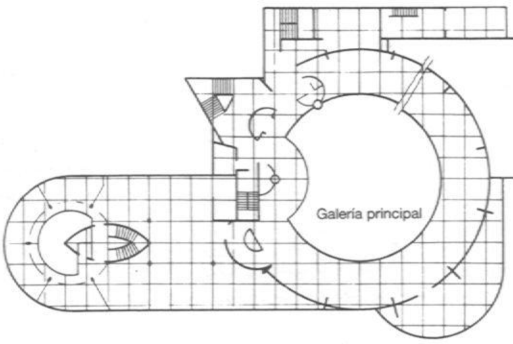


⑩ Sala de exposiciones con luz lateral

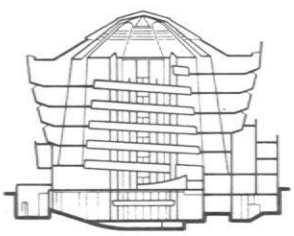
Los museos no deberían proyectarse exclusivamente como lugar para realizar exposiciones, sino también como centro cultural. Esta multifuncionalidad debe reflejarse en el programa de espacios. Salas de exposiciones permanentes e itinerantes.
Trabajo, estudio: bibliotecas, mediotecas, salas de conferencias.
Relajación: zonas de descanso, cafetería, restaurante.
Almacenaje, conservación, depósitos, talleres, organización y administración.



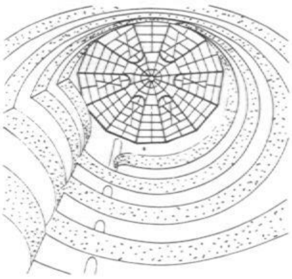
① Museo Nacional de Arte Occidental, Tokio. Sección — Arq.: Le Corbusier



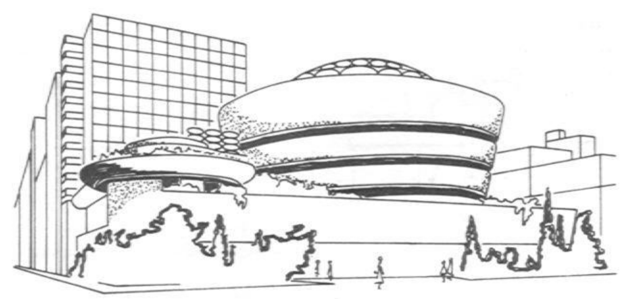
② Museo Guggenheim, Nueva York. Planta → ③ + ④ + ⑤ — Arq.: Frank Lloyd Wright



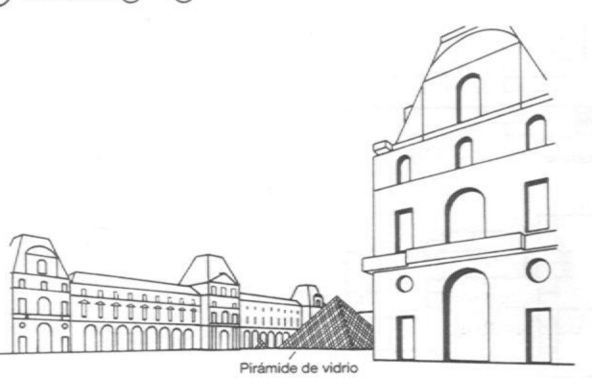
③ Sección → ②



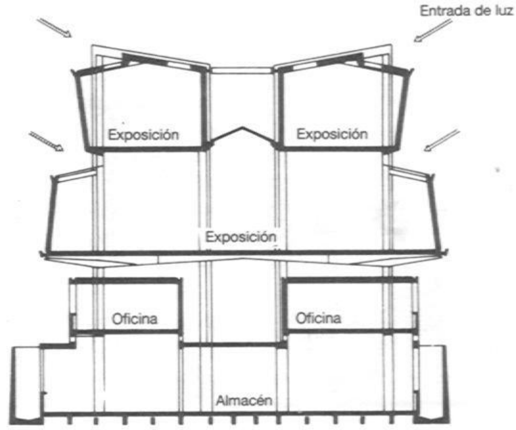
④ Espacio interior → ② - ③



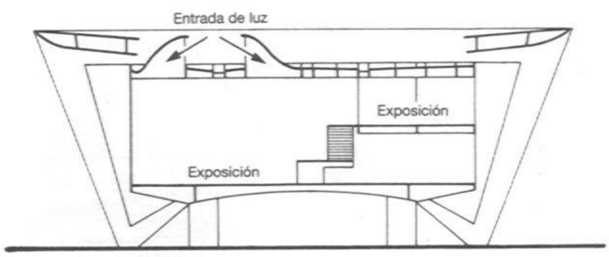
⑤ Vista exterior ② — ④



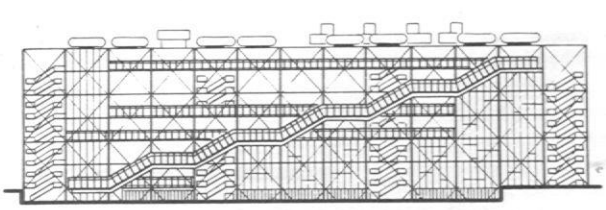
⑥ Grand Louvre, París — Arq.: Pei y asociados



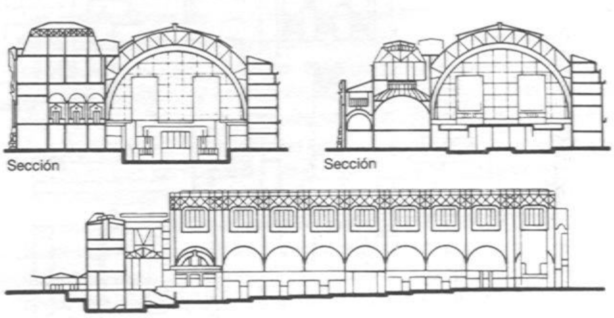
⑦ Sección por las entradas de luz; Museo Cívico, Turín — Arqs.: Bassi y Boschetti



⑧ Museo de Arte Moderno, Río de Janeiro. Sección y entrada de luz — Arq.: Reidy

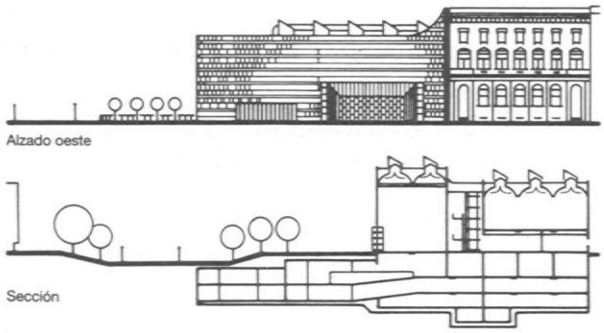


⑨ Centro Pompidou, París. Alzado — Arqs.: R. Rogers y R. Piano

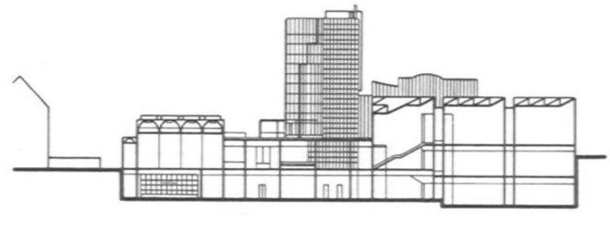


⑩ Museo Gare D'Orsay, París — Arq.: G. Aulenti Rota

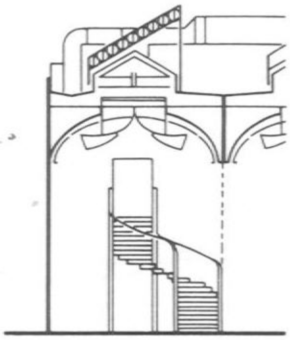
Iglesias
Museos



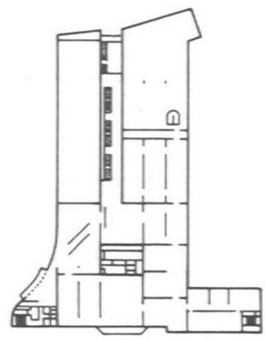
(1) Colección de Arte de Renania del Norte, Düsseldorf
Arqs.: Dissing y Wertling, Copenhague



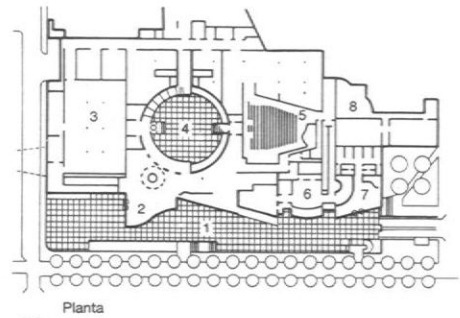
(4) Museo de Arte Moderno, Mönchengladbach Arqs.: H. Hollein y Schmitt



(2) Detalle de la iluminación



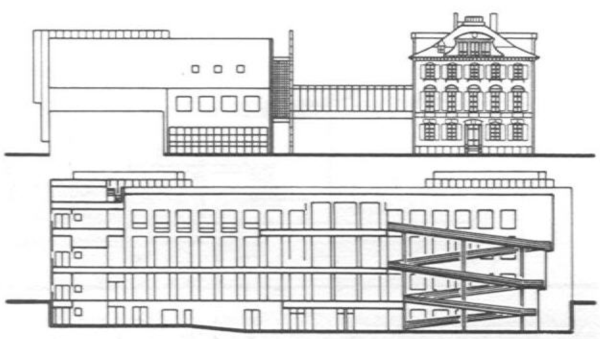
(3) Planta



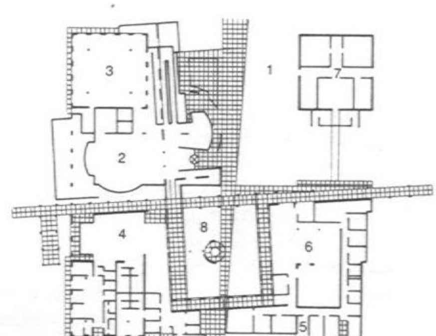
(5) Ampliación de la Staatsgalerie, Stuttgart Arqs.: Stirling, Wilfried

Leyenda: → (5)

1 Terraza de entrada
2 Vestíbulo
3 Exposición itinerante
4 Patio de esculturas
5 Sala de conferencias
6 Restaurante
7 Vestíbulo música de cámara
8 Escuela superior de música



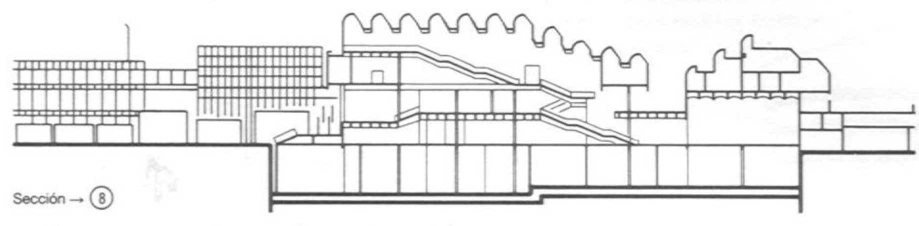
(6) Museo de Artes Aplicadas, Frankfurt. Alzado este y sección Arq.: Richard Meier

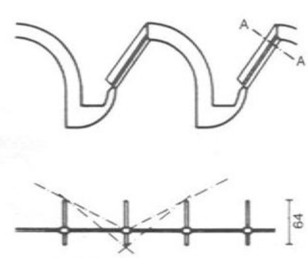


(7) Planta baja → (6)

Leyenda: → (7)

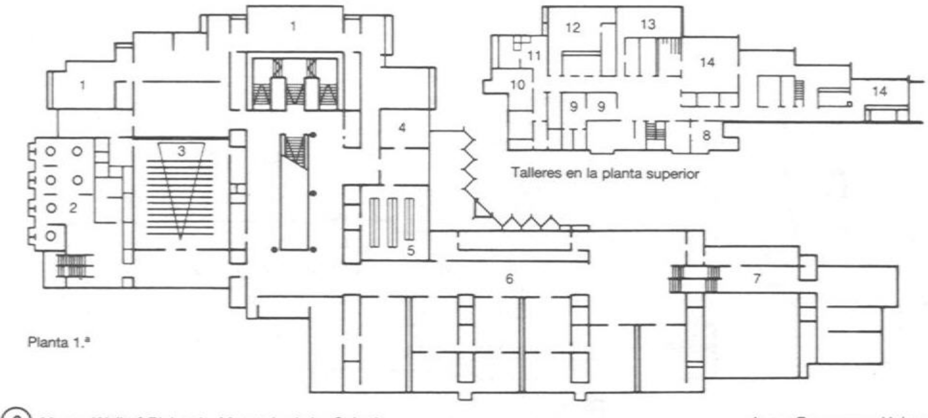
1 Patio de entrada
2 Vestíbulo
3 Exposición itinerante
4 Restaurante
5 Administración
6 Biblioteca
7 Villa Metzler, rococó
8 Patio ajardinado





(9) Sección transversal con acristalamiento a 53°

Iglesias
Museos

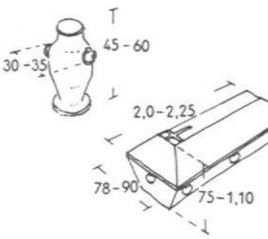


Leyenda: → (8)

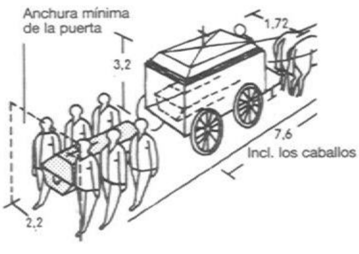
1 Exposición
2 Sala de lectura
3 Sala de conferencias
4 Administración
5 Obra gráfica
6 Calle interior
7 Galería
8 Restaurador jefe
9 Registro
10 Física
11 Química
12 Restaurador de papel
13 Estudio fotográfico
14 Taller

(8) Museo Wallraf-Richards, Museo Ludwig, Colonia Arqs.: Busmann y Haberer

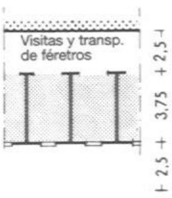
Información Garten und Friedhofsamt
Besungerstrasse 125, 6100 Darmstadt



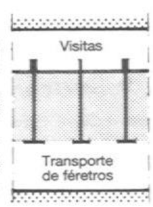
① Urna cineraria y féretro, medidas normales



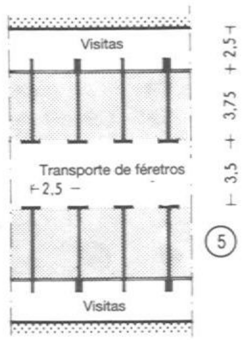
② Transporte de féretros. Dimensiones de un carro funerario con caballos y anchura mínima del camino para los portadores. Coche funerario con cúpula: 6,3 m de longitud, 1,95 m de anchura y 2,35 m de altura.



③



④

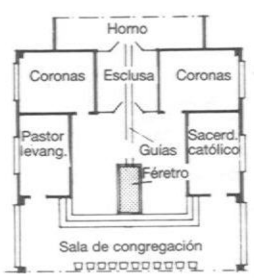


⑤

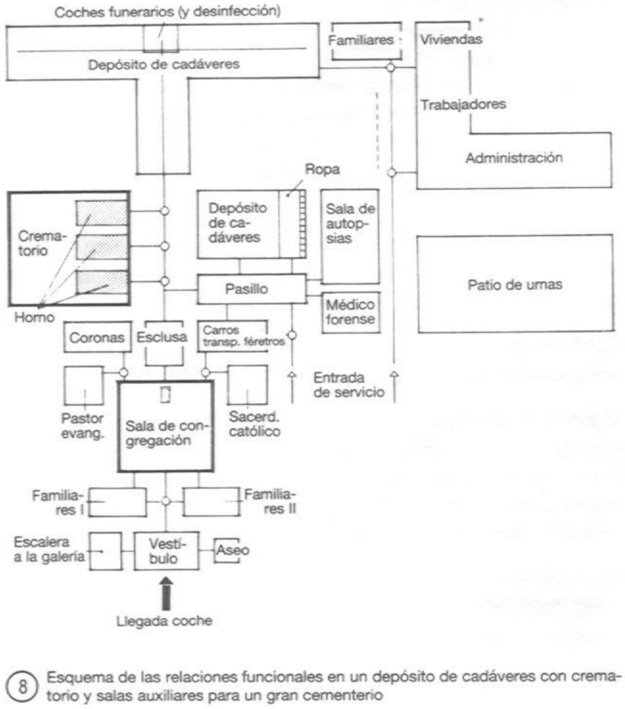
③ - ⑤ Diferentes tipologías de un depósito de cadáveres E 1:400



⑥ Esquema parcial de crematorio con horno debajo de la sala de congregación



⑦ Horno detrás de la sala de congregación, separado por una esclusa



⑧ Esquema de las relaciones funcionales en un depósito de cadáveres con crematorio y salas auxiliares para un gran cementerio

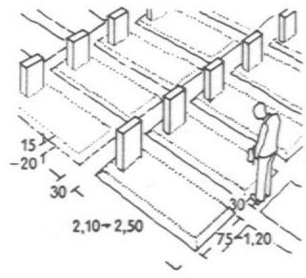
Las dimensiones de las **urnas cinerarias** están determinadas por el reglamento de cementerios → ①. Las casillas murales en las salas de urnas suelen medir entre 38–40 cm de anchura y profundidad, y entre 50–60 cm de altura.

Los **féretros** se ajustan a las medidas del difunto → ①. Los cadáveres se suelen amortajar en unas celdas del depósito de cadáveres, separadas entre sí por mamparas ligeras de media altura (chapa o setos) → ③. En las grandes instalaciones el **pasillo para el transporte de cadáveres** es independiente del **pasillo para los familiares** → ④, que pueden contemplar al difunto a través de una vidriera estanca al aire, hasta el momento del sepelio. Mediante pilastras o elementos salientes se evitan molestias entre los diferentes grupos de familiares → ④. Sin embargo, en las nuevas construcciones no suele construirse un pasillo especial para los familiares, o sea que responden a la tipología → ③ (Essen/Ruhr).
Dimensiones usuales de las celdas: 2,2 × 3,5; 2,5 × 3,75; 3,0 × 3,5 m.

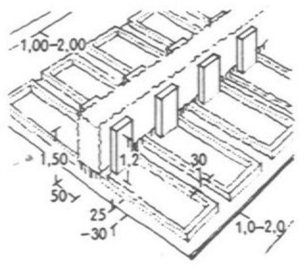
La **temperatura** en el depósito de cadáveres ha de estar comprendida entre 2 °C y 12 °C, nunca debe ser inferior, porque la congelación provocaría dilatación de los cadáveres y podrían llegar a reventar. Estos márgenes de temperatura se han de mantener mediante un sistema de calefacción y refrigeración adecuado, con una ventilación permanente, sobre todo en verano. El pavimento del depósito de cadáveres ha de ser impermeable, liso y fácil de limpiar; lo mejor es pintar las paredes con cal para poder blanquearlas con frecuencia. Los grandes depósitos necesitan además: 1 sala para el conserje y empleados de 15 a 20 m², con un aseo incorporado; un almacén para los carritos de transporte de ataúdes (2,20 × 1,08 a 3,0 × 1,1 m).
En las grandes ciudades se necesita además un departamento especial para cadáveres sin identificar, con sala de autopsias, cuarto para las ropas y habitación para el médico forense.

El **crematorio** puede situarse en la planta sótano con una plataforma para bajar y subir los féretros → ⑥ o detrás de la sala del acompañamiento, separado por una esclusa → ⑦ y ⑧.
La manera más sencilla de transporte horizontal se efectúa mediante cabestrantes manuales, mientras que los ascensores hidráulicos son el sistema más sencillo para el transporte en vertical. La puerta a la esclusa o el registro en el suelo deben cerrar lentamente a medida que el féretro desaparece.

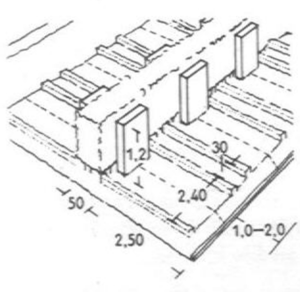
En la cámara del **crematorio** se tralada el féretro del carrito de transporte a la vagoneta de introducción, que deposita el ataúd en el horno sobre una rejilla refractaria.
La incineración se realiza en hornos especiales calentados con coque, electricidad (se necesitan unos 45 kW por incineración) o gas. Han de ser completamente estancos al polvo y al olor y funcionan con aire seco a una temperatura entre 900 y 1000 °C, de manera que la llama no toque el cadáver (los hornos de dos pisos miden 4,3 m). El horno se calienta previamente durante 2–3 horas; la incineración dura entre 1 ¹/₄ y 1 ¹/₂ h. Las cenizas se recogen en una caja de acero y luego se colocan en la urna de conservación. El horno lleva unas mirillas para observar la marcha de la incineración. Las instalaciones de incineración se sitúan, a ser posible, detrás de la **capilla del cementerio** que sirve para los oficios (por ello se necesitan varias salas para los sacerdotes). El tamaño de las salas para los familiares y acompañamiento es variable, por lo general se disponen de ≦ 100 plazas sentadas y 100 plazas de pie, además de 1 o 2 salas para los familiares que eventualmente se pueden separar de la sala de reunión y otras salas auxiliares necesarias → ⑧.
Es conveniente una comunicación con las **salas de administración**, que comprende: despacho de dirección; 2–3 oficinas, 1 almacén de féretros, viviendas para un empleado administrativo y el guardián del cementerio, calefacción, etc. Junto a la **jardinería** con invernadero, se debe disponer una sala para el jardinero, y a veces otra para el arquitecto paisajista, una sala de descanso para los trabajadores, aseos, almacén de herramientas y semillas, etc.



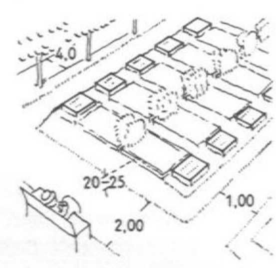
(1) Sepulturas alineadas, en zonas para 200 a 300 sepulturas



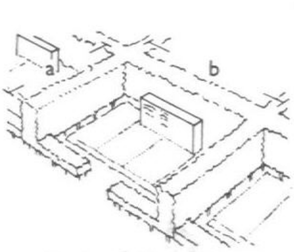
(2) Sepulturas enfrentadas, separadas mediante setos, en zonas estrechas con caminos largos



(3) Sepulturas dobles (pareadas) entre setos, ligeramente elevadas respecto al camino, igual que (2)

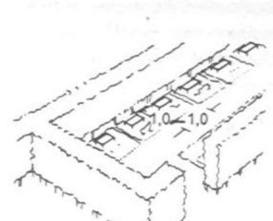


(4) Alineación más sencilla de tumbas según H. Hartwig →[]], con la plantación prescrita.

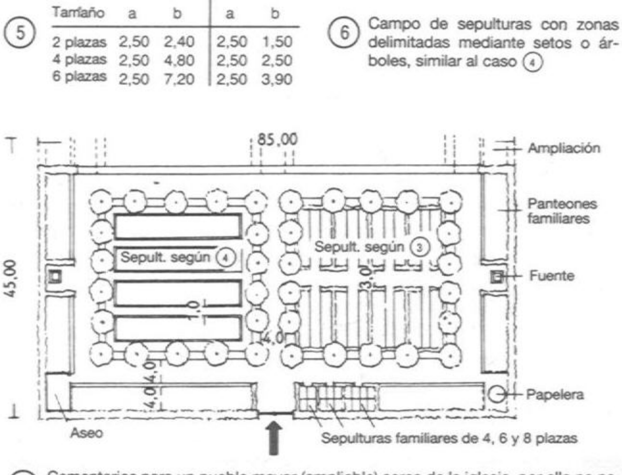


Sepulturas familiares			Grupos de dos, uno tras otro	
Tamaño	a	b	a	b
2 plazas	2,50	2,40	2,50	1,50
4 plazas	2,50	4,80	2,50	2,50
6 plazas	2,50	7,20	2,50	3,90

(5)



(6) Campo de sepulturas con zonas delimitadas mediante setos o árboles, similar al caso (4)



(7) Cementerios para un pueblo mayor (ampliable) cerca de la iglesia, por ello no necesita capilla, según propuesta de H. Hartwig →[]]

Situación
Cerca de un bosque, a ser posible con árboles grandes, fácilmente accesible en tranvía, autobús o transporte público, a una distancia de 3 a 5 km desde la última casa de la población más próxima. Suelo fácilmente excavable, arcilla, arena o similar. Nivel freático a más de 2,50–3,00 m de profundidad, en caso contrario se drenará. Se necesita un sistema de tuberías de agua para riego.

Superficie necesaria
Por cada 100 000 habitantes se necesitan unas 40 ha, incluidos los caminos y las superficies libres (los cementerios existentes tienen una superficie menor). En las grandes ciudades el tamaño oscila entre 40 y 70 ha. De la superficie global se destina un 50–65 % a enterramientos y el resto a caminos y superficies ajardinadas.
Se calcula un 70 % de enterramientos y 30 % de incineraciones. En una ciudad industrial de 70 000 habitantes se realizó un 42 % de los enterramientos en panteones familiares, el 28 % correspondieron a adultos, el 10 % a niños de hasta 10 años y el 4 % a niños menores de 3 años. Sin embargo, la mortalidad se distribuye en una proporción de 11:1:9.
El tamaño y la duración de las sepulturas en los sementerios es muy variable, → siguiente tabla.

Tipo de sepultura	Tamaño cm	Espacio interm. cm	Duración de utilización (años)
1) Sepulturas en hilera para adultos	210 × 75–250 × 120	30	20– 25
2) Sepulturas en hilera para niños de hasta 10 años	150 × 60–150 × 75	30	20
3) Sepulturas en hilera niños menores de 3 años	100 × 60	30	15
Sepulturas de propiedad con setos	300 × 150–350 × 150		40–100
Panteones	300 × 120–350 × 150		50–100
Campos de urnas	100 × 100–150 × 100	60	10–100
Plazas principales	150 × 150	100	30–100

Profundidad de excavación para sepulturas en hilera para adultos: entre 2,00 y 2,40 m, para niños de hasta 10 años: 1,50 m, para niños menores de 3 años: 1,00 m.
El montículo encima de la sepultura era anteriormente entre 25 y 30 cm con cerco de piedra, en la actualidad es de 15 a 20 cm o completamente enrasadas → (2).

Instalación del conjunto:
Entrada flanqueada con árboles; parada de tranvía o autobús. Plazoleta de reunión para los acompañantes. Puesto de venta de coronas y flores, instalaciones de servicios (1 urinario, 2 inodoros para hombres y 3 inodoros para mujeres).

Depósito de féretros → p. 531, junto a la entrada o en el centro del cementerio con una avenida de acceso flanqueada con árboles para los coches fúnebres, anchura entre 3,5 y 4,0 m.
División del cementerio según grupos (→ tabla superior), teniendo en cuenta la duración media de las sepulturas en consideración a una reutilización progresiva.
Delimitación espacial de zonas de 30 × 30 a 40 × 40 m, mediante árboles o subdivisión en franjas mediante fila de pareja de sepulturas → (4) o mediante setos de 1,40 m de altura → (3), rodeados por caminos de 1 a 2 m de anchura. Bancos de descanso, estanques y bocas de riego, fuentes de agua potable y papeleras en las esquinas → (7).

Panteones familiares en los caminos principales, muros perimetrales o en el final de los caminos → (5). **Tumbas para urnas de cenizas** en el cinturón ajardinado o junto a setos.

Casilleros para urnas cinerarias de arcilla o piedra sobre el terreno o sobre un pedestal.

Lápidas, losas sepulcrales: preferentemente del mismo tamaño y color por zonas. En el bonito cementerio de Ohlsdorf cerca de Hamburgo, se ha conseguido unificar limitando los materiales a una piedra clara (en las que las inscripciones y la letra pueden ser diferentes) y determinados tamaños expresados en la siguiente tabla:

Tipo de sepultura	Altura	Anchura	Grosor
Sepultura sencilla	100–105	40–45	9–10
Sepulturas dobles con plantación	120–125	50–55	10–12
Sepult. de 3 plazas en sitios adecuados	120	150	13–15

Las diferentes normas de construcción, vigentes en todos los países, establecen que la totalidad de los edificios se han de construir teniendo en cuenta:

- la combustibilidad de los materiales,
- la duración de la resistencia al fuego de los elementos constructivos y la clase de resistencia al fuego a la que pertenecen,
- la estanquidad de los cerramientos de los huecos existentes,
- la situación de los recorridos de emergencia,

de manera que se prevenga la declaración de un incendio, se evite la propagación del fuego y del humo y, en caso de incendio, se garantice el salvamento de personas y animales, así como la eficacia de los trabajos de extinción.

Para satisfacer estos requisitos existen medidas activas y pasivas. Las medidas activas incluyen todos aquellos sistemas que, en caso de incendio, se ponen en marcha automáticamente; las medidas pasivas abarcan todas aquellas soluciones constructivas adoptadas en el edificio y en sus elementos. Las medidas activas son, entre otras, instalaciones de detección de humo y fuego, instalaciones de *sprinklers*, instalaciones de extinción mediante rociadores de agua, instalaciones de extinción mediante CO_2, instalaciones de extinción mediante polvo e instalaciones automáticas de extracción de humo y calor.

Las medidas pasivas están descritas en la norma DIN 4102, parte 4.ª: p.e.: secciones mínimas y revestimientos de los elementos constructivos. A este grupo pertenecen también la instalación de conducciones verticales de agua, la colocación de puertas y vidrios cortafuegos, la refrigeración de los perfiles huecos de acero, así como el dimensionado de los revestimientos de los perfiles de acero, teniendo en cuenta el factor de sección U/A.

La norma DIN 18230 facilita soluciones para la protección constructiva contra incendios en los edificios industriales. Además, se describen métodos de cálculo para establecer la duración de la resistencia ante el fuego y determinar el factor de combustión.

Instalaciones de detección de incendios, extracto de la norma DIN 14675

Detectores de incendios

Un detector forma parte de una instalación de alarma contra incendios. Puede enviar, a través de una centralita, información sobre la declaración de un incendio. Da la alarma de incendio de forma manual o automática.

Detectores de alarma no automática

Un detector de alarma no automática es un elemento de una instalación de detección de incendios con el que se puede dar la alarma de forma manual.

Detectores de alarma automática

Un detector de alarma automática es un elemento de una instalación de detección de incendios, que vigila la magnitud de una característica física y/o química apropiada para detectar un incendio en la zona de vigilancia de forma continua o a determinados intervalos de tiempo. Los detectores automáticos han de:

- instalarse en número suficiente y de acuerdo con la geometría del espacio,
- estar elegidos en función del riesgo de incendio,
- estar montados de manera que la característica física y/o química que se ha de medir llegue hasta el detector.

Extracto de: Ficha informativa n.° 7.1, 5000 Hamburgo. Bomberos

1. Detectores de humo:

Para salas con materiales, cuya combustión produce mucho humo.

- Detector de humo óptico: reacciona al humo visible.
- Detector de humo iónico: para edificios de viviendas, oficinas, almacenes y comercios.

2. Detectores de llamas:

Reaccionan a la radiación que emite una llama. Para salas con materiales cuya combustión no produce humo o muy poco.

3. Detectores térmicos:

Para salas en las que se produce humo por causas laborales y, por lo tanto, los detectores de humos o llamas provocarían falsas alarmas (p.e., en talleres de soldadura).

- Detector de máximos: reacciona al superarse una temperatura máxima (p.e., 70 °C).
- Detector diferencial: reacciona a un determinado incremento de la temperatura durante un tiempo prefijado (p.e., una subida de 5 °C en 1 minuto).

La planificación y la instalación de los detectores depende de la superficie a vigilar, la altura del espacio, así como de la forma del techo → p. 500 B.

Asociación de las Aseguradoras Especializadas, Colonia; extracto de la norma VdS RI 2095

Desarrollo de un incendio

Si durante la fase inicial de un incendio se ha de contar con una disipación rápida (fuerte producción de humo, poco calor y escasa o nula radiación de llamas) se han de emplear detectores de humos. Si ya se espera un desarrollo rápido de las llamas durante la fase inicial de un incendio (mucho calor, elevada radiación de llamas y producción de humo), se pueden emplear detectores de humo, térmicos, de llamas o combinaciones entre los diferentes tipos.

Sectores de alarma, extracto de la norma VdS RL 2095

1. El ámbito total de vigilancia se ha de subdividir en diferentes sectores de alarma. Estos sectores se han de delimitar de manera que se garantice una detección clara e inmediata del foco de incendio.
2. Un sector de alarma no puede ocupar más de una planta, a excepción de las cajas de escaleras, ascensores y patios de luz, o elementos en forma de torre, que constituyen un sector propio.
3. Un sector de alarma no puede sobrepasar un sector de incendios, ni ser mayor a 1600 m^2.
4. En un sector de alarma sólo puede haber varias salas si:
   - las salas son contiguas, no hay más de cinco y ninguna tiene una superficie mayor a 400 m^2 o
   - las salas son contiguas, sus accesos son fácilmente visibles, su superficie total no es superior a 1000 m y hay avisadores ópticos bien perceptibles cerca de los accesos o en la central de incendios, que detecten en cuál de las salas se ha declarado el incendio.

Instalaciones de alarma de incendios para equipos de proceso de datos

La supervisión de instalaciones electrónicas de proceso de datos (EDVA) plantea requisitos adicionales a la planificación y ejecución de las instalaciones de alarma de incendios.

Las zonas de vigilancia Zv 1 hasta Zv 3 determinan la superficie de vigilancia por detector, así como el tamaño de los sectores de alarma.

Zv 1: Cuarto de proceso y archivo de datos, incluido falso techo y suelo técnico (análogo a la centralita de teléfonos y cuadro de electricidad).

Zv 2: Cuartos contiguos a la Zv 1 y pertenecientes, por su función, al ámbito de influencia del cuarto de proceso de datos (incluidos los forjados intermedios). Si estos cuartos están separados de la Zv 1 a través de paredes con una resistencia al fuego inferior a 30 minutos, la instalación de alarma de incendios se ha de ejecutar igual que en la Zv 1.

Zv 3: cuartos contiguos a la Zv 2, pero no incluidos en el ámbito de influencia del cuarto de proceso de datos.

Las zonas de vigilancia han de formar sectores de alarma propios. Los cuartos, junto con su suelo técnico y el falso techo, han de formar en cada caso un sector de alarma propio. Los sectores de alarma en las diferentes zonas de vigilancia no pueden superar 500 m^2 en la Zv 1, 800 m^2 en la Zv 2 y 1600 m^2 en la Zv 3.

Altura del espacio	Detectores de humo*	Detectores térmicos** Clase 1	Clase 2	Clase 3	Detectores de llamas
hasta 20,0 m					■
hasta 12,0 m	■				■
hasta 7,5 m	■	■			■
hasta 6,0 m	■	■	■		■
hasta 4,5 m	■	■	■	■	■

■ apropiado
□ no apropiado

* En edificios especiales, como iglesias, museos, castillos, es posible que los detectores sólo se puedan colocar a gran altura. En este caso ya no queda garantizada una detección temprana del incendio. Con esto se reduce el valor de la instalación de la alarma contra incendios.
** Como la magnitud de un fuego, que es capaz de apreciar un detector, crece notablemente al aumentar la altura del techo; los detectores más sensibles (p.e. los detectores de la clase 1) pueden emplearse en las salas de mayor altura → ①.

① Idoneidad de los diferentes tipos de detectores

Superficie del espacio a vigilar	Tipo de detector	Altura del espacio	Máxima superficie vigilada (A) y máxima separación horizontal admisible entre detectores y un determinado punto D del techo y la correspondiente curva límite (K) → ④ — Inclinación del techo[1] hasta 15° A	D	K	entre 15-30° A	D	K	> 30° A	D	K
≤ 80 m²	Detector de humo	≤ 12 m	80 m²	6,7 m	K_7	80 m²	7,2 m	K_8	80 m²	8,0 m	K_9
≤ 30 m²	Detector de humo Detector de humo	≤ 6 m 6-12 m	60 m² 80 m²	5,8 m 6,7 m	K_5 K_7	80 m² 100 m²	7,2 m 8,0 m	K_8 K_9	100 m² 120 m²	9,0 m 9,9 m	K_{10} K_{11}
≤ 30 m²	Detector térmico cl. 1 Detector térmico cl. 2 Detector térmico cl. 3	hasta 7,5 m hasta 6,0 m hasta 4,5 m	30 m²	4,4 m	K_2	30 m²	4,9 m	K_3	30 m²	5,5 m	K_4
≥ 30 m²	Detector térmico cl. 1 Detector térmico cl. 2 Detector térmico cl. 3	hasta 7,5 m hasta 6,0 m hasta 4,5 m	20 m²	3,6 m	K_1	30 m²	4,9 m	K_3	40 m²	6,3 m	K_5
	Detector de llamas	1,5-20 m	Determinación en cada caso particular								

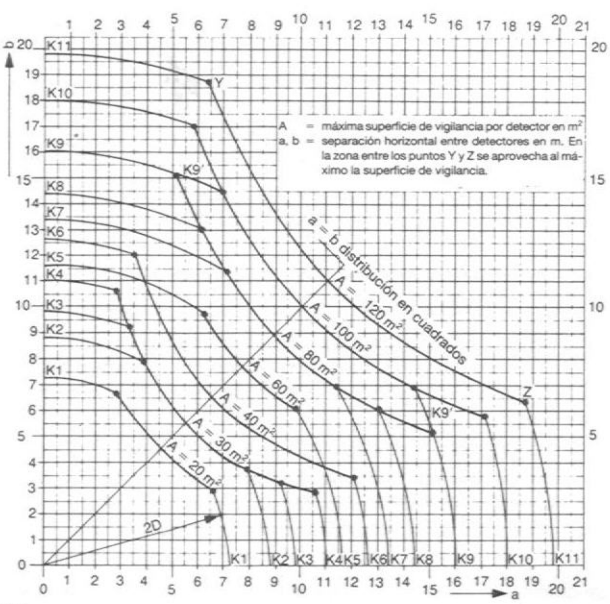
A = Máxima superficie de vigilancia por detector
D = Máxima separación horizontal entre cualquier punto del techo hasta un detector
$K_1 - K_{11}$ = Curvas límite para calcular la máxima separación horizontal admisible entre detectores → ④
[1] Ángulo que forma el techo con la horizontal. Si un techo tiene diferentes pendientes, p.e., cubierta en diente de sierra, se ha de considerar la pendiente menor.

② Superficie de vigilancia y distribución de los detectores

	Máxima superficie de vigilancia (A) y máxima separación horizontal entre detectores y cualquier punto del techo (D) — Zv 1 A	Zv 1 D	Separación constructiva Zv 1 - Zv 2	Zv 2 A	Zv 2 D	Separación constructiva Zv 2 - Zv 3	Zv 3 A
Techo intermedio	40 m²	4,73 m		60 m²	5,81 m	≧ F90-A	no se necesita vigilancia
Sala	25 m²	3,75 m	≧ F30-A	40 m²	4,73 m		
Suelo intermedio	40 m²	4,73 m		60 m²	5,81 m	< F90-A	vigilancia
Techo intermedio	40 m²	4,73 m		40 m²	4,73 m	≧ F90-A	no se necesita vigilancia
Sala	25 m²	3,75 m	< F30-A	25 m²	3,75 m		
Suelo intermedio	40 m²	4,73 m		40 m²	4,73 m	< F90-A	vigilancia

A = Máxima superficie de vigilancia por detector
D = Máxima separación horizontal entre cualquier punto del techo hasta un detector

③ Superficie de vigilancia



④ Distribución de los detectores y separación máxima

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Extracto de la norma VDS RL 2095 → 📖

1. Altura del espacio. Cuanto mayor es la distancia entre el fuego y el techo, mayor es la zona homogénea de concentración de humos. En la tabla → ① se indica la relación entre la idoneidad de los diferentes tipos de detectores y la altura de la sala. No se tienen en cuenta aquellas partes del techo más altas, cuyo tamaño sea inferior a 1/10 parte de la superficie de todo el techo, siempre que dichas partes no sean mayores que la superficie de vigilancia de un detector. En caso contrario las zonas con mayor altura de techo se han de considerar como salas preparadas.

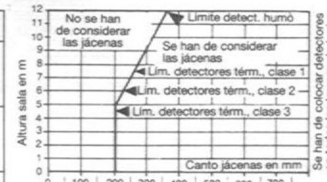
2. Superficie de vigilancia y distribución de los detectores
El número de detectores se ha de elegir de manera que no se superen las superficies máximas (A) fijadas en la tabla → ②. Los detectores se han de distribuir de manera que ningún punto del techo esté más lejos de un detector (distancia horizontal) de lo fijado en la columna D de la tabla → ②. La separación admisible entre detectores puede determinarse en el gráfico → ④. En algunos casos es posible apartarse de la distribución ideal en cuadrados. La divergencia admisible, es decir, la separación admisible entre detectores, puede extraerse de las curvas límite (K) representadas. Las separaciones (a) y (b) pueden elegirse libremente dentro de la correspondiente curva límite → ④.

3. Distribución de los detectores en forjados con jácenas
A partir de una determinada altura, se han de tener en cuenta las jácenas al distribuir los detectores. Según → ⑥, si cada tramo de forjado comprendido entre jácenas consecutivas es igual o mayor a 0,6 veces la superficie máxima de vigilancia admisible del detector $A_{máx.}$ → ②, cada tramo de forjado se ha de equipar con detectores. Si los tramos de forjado son menores a 0,6 veces $A_{máx.}$ se aplican los valores de la tabla → ⑤. Si los tramos de forjado son mayores que las superficies de vigilancia admisibles $A_{máx.}$, cada uno de ellos se ha de considerar como una sala independiente. Si el canto de las jácenas por debajo del forjado es superior a 800 mm, se ha de colocar en cada tramo de forjado un detector de fuego.

4. En los espacios con una cubierta en diente de sierra, se ha de equipar cada diente de sierra → ⑧ con una fila de detectores. Los detectores se han de instalar a una distancia D_v. En caso de colocar una segunda fila de detectores en el diente de sierra, se ha de guardar la separación D_v, igual que en las cubiertas con una pendiente $\alpha > 15°$. Los detectores térmicos se han de colocar siempre directamente en el techo. En la tabla → ⑦ se indican los valores de la separación máxima de los detectores de humo hasta el techo o la cubierta, en función de la forma del techo o cubierta y de la altura del espacio a vigilar. Para los detectores de llamas, la separación se ha de determinar en cada caso particular.

Máxima superficie de vigilancia $A_{máx.}$		Tamaño tramo techo en m²	Colocación de 1 detector en:
Detectores térmicos	20 m²	> 12 8-12 6-8 4-6 < 4	cada tramo cada 2 tramos cada 3 tramos cada 4 tramos cada 5 tramos
	30 m²	> 18 12-18 9-12 6-9 < 6	cada tramo cada 2 tramos cada 3 tramos cada 4 tramos cada 5 tramos
Detectores de humo	60 m²	> 36 24-36 18-24 12-18 < 12	cada tramo cada 2 tramos cada 3 tramos cada 4 tramos cada 5 tramos
	80 m²	> 48 32-48 24-32 16-24 < 16	cada tramo cada 2 tramos cada 3 tramos cada 4 tramos cada 5 tramos

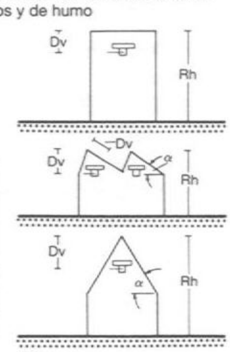
⑤ Colocación de detectores térmicos y de humo



⑥ Distribución de los detectores térmicos y de humo

Altura del espacio en m	Distancia (D_v) del elemento sensible al humo y al techo o cubierta en mm — pend. cubierta hasta 15° mín.	pend. cubierta hasta 15° máx.	pend. cubierta entre 15-30° mín.	pend. cubierta entre 15-30° máx.	pend. cubierta > 30° mín.	pend. cubierta > 30° máx.
< 6	30	200	200	300	300	500
6-8	70	250	250	400	400	600
8-10	100	300	300	500	500	700
10-12	150	350	350	600	600	800

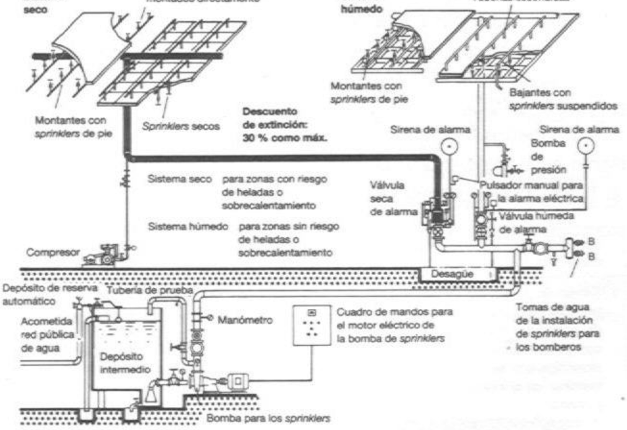
⑦ Distribución de los detectores de humo



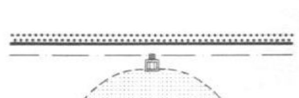
⑧ → ⑦

Protección contra incendios

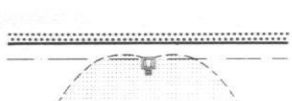
En los edificios de varias plantas no pueden conectarse más de 2 plantas a una estación de válvulas de alarma.
Si además se protegen espacios huecos e instalaciones de máquinas, el número de *sprinklers* conectados a una estación de válvulas de alarma se puede aumentar en 200 unidades.
Las instalaciones con toberas cerradas son instalaciones automáticas de extinción de incendios con tuberías fijas en las que se colocan, a intervalos regulares, toberas cerradas (*sprinkler*). Al ponerse en marcha la instalación, sólo sale agua de los *sprinklers* cuyo cierre se abre cuando se alcanza la temperatura crítica (instalación de extinción selectiva) (DIN 14489).
Las instalaciones húmedas de *sprinklers* son instalaciones en las que la red de tuberías, detrás de la llamada válvula húmeda de alarma, siempre está llena de agua. Al abrirse un *sprinkler* se inicia el rociado.
Las instalaciones secas de *sprinklers* son instalaciones en las que la red de tuberías, detrás de la llamada válvula seca de alarma, está llena de aire a presión, que impide la entrada de agua a la red de tuberías expuesta a heladas. Al abrirse un *sprinkler*, se libera el aire a presión de sellado. El rociado no se inicia hasta que se ha expulsado todo el aire.
Los *sprinklers* normales distribuyen el agua de forma esférica hacia el techo y el suelo. Se pueden fijar directamente al techo o suspenderse.
Los *sprinklers* tipo paraguas distribuyen el agua de forma parabólica hacia el suelo. Se pueden colocar de pie o suspendidos.



(1) Esquema de una instalación de *sprinklers*



(2) Distribución de agua característica de los *sprinklers* tipo «paraguas»



(3) Distribución de agua característica de los *sprinklers* normales

Distribución de *sprinklers*

Se puede elegir entre una distribución normal o al tresbolillo. En ambos casos debería ser lo más uniforme posible.

Separación de los *sprinklers* entre sí, a las paredes y al techo

Los *sprinklers* han de estar como mínimo a 1,5 m entre sí. Las separaciones máximas se fijan en función de la superficie que deben proteger, la manera como están distribuidos y el riesgo de incendio (RI). Esto no es válido para los *sprinklers* colocados en estanterías.

INSTALACIÓN DE «SPRINKLERS»

EXTRACTOS DE DIN 1988 P.6.ª, ALLIANZ BRANDSCHUTZ SERVICE ABS. 1.2.1.1, VERBAND DER SACHVERS. COLONIA RI 2092 → 📖

La separación admisible de los *sprinklers* a techos y cubiertas planas se han de extraer de la tabla → (6). Varía según el tipo de *sprinkler* y la combustibilidad del techo, que depende de la capa interior de la cubierta y de la capa de aislamiento. En las cubiertas de plancha metálica de perfil trapezoidal, se ha de partir del centro entre el lugar más bajo y el más alto de la cubierta para determinar la separación máxima y mínima de los *sprinklers* al techo.

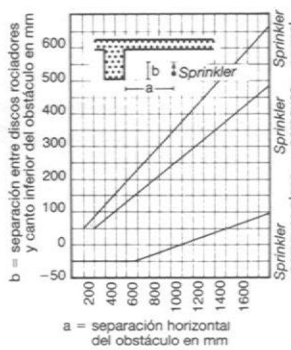
Separación de los *sprinklers* a las jácenas u otros elementos constructivos

Si por debajo del forjado hay jácenas, vigas o, p.e. canalizaciones de aire acondicionado, se han de respetar las separaciones mínimas entre estos elementos y los *sprinklers* indicadas en la tabla → (5). Quedan exceptuados los *sprinklers* laterales, cuya instalación sólo se permite en techos planos.

Clasificación de las zonas a proteger según el riesgo de incendio
Los edificios y zonas a proteger (zonas protegidas) por instalaciones de *sprinklers* se clasifican en función del riesgo de incendio (RI) en:
RI 1: Zonas protegidas con una carga de incendio pequeña y una combustibilidad media.
RI 2: Zonas protegidas con una carga de incendio media y una combustibilidad media.
Este grupo se subdivide en función de su carga de incendio y de su combustibilidad en los subgrupos RI 2.1 a RI 2.3.
RI 3: Zonas protegidas en lugares de fabricación con una carga de incendio grande y una combustibilidad elevada.
Este grupo se subdivide en función de su carga de incendio y de su combustibilidad en los subgrupos RI 3.1 a RI 3.3.
RI 4: Zonas protegidas con almacenaje de materiales y objetos.
Este grupo se subdivide en función de la carga de incendio y de la combustibilidad de los diferentes materiales en los subgrupos RI 4.1 a RI 4.4.

Riesgo de incendio (RI)	N.º máximo de *sprinklers*	
	Sin dispositivo de abertura rápida	Con dispositivo de abertura rápida
RI 1	125	250
RI 2	250	700
RI 3 y RI 4	no admisible	500

(4) Número de *sprinklers* por válvula de alarma



(5) Separación entre *sprinklers* y jácenas o elementos constructivos

Tipo de *sprinkler*	Riesgo de incendio	Zona de protección por *sprinkler* en m²	Máxima sep. entre *sprinklers* en m[1]	Máxima sep. hasta la pared en m[5]	Mínima sep. hasta la pared en m	Mínima sep. al techo o cubierta en mm[7]	Máxima separación al techo o cubierta en mm[7] combustible	no combustible
Sprinkler normal	RI 1 RI 2 RI 3 RI 4	9 9 9 9	3,75 3,75 3,75 3,75	1,90 1,90 1,90 1,90	0,1 0,1 0,3 0,3	75 75 75 75	300 300 300 300	450 450 450 450
Sprinkler «paraguas»	RI 1 RI 1[6] RI 2 RI 3 RI 4	21 15 12 9 9	4,60 4,25 4,00 3,75 3,75	2,30 2,10 2,00 1,90 1,90	0,1 0,1 0,1 0,3 0,3	20 20 20 20 20	300 300 300 300 300	450 450 450 450 450
Sprinkler lateral	RI 1 RI 2 RI 3 RI 4	15 12 9 no admis.	4,50[3)4)] 3,50[3)4)] 2,50[3)4)]	0,30[2)] 0,30[2)] 0,30[2)]		100 100 100	no admisible	300 300 300

[1] La separación se ha de medir horizontalmente. En techos o cubiertas inclinadas más de 60° la separación se ha de medir paralelamente al techo o cubierta.
[2] Contra la dirección de rociado del *sprinkler*
[3] La separación máxima admisible de los *sprinklers* laterales de una fila de *sprinklers* se calcula a partir de la superficie de protección máxima por *sprinkler*, dividida por la mitad de la separación entre las filas de *sprinklers* o por la anchura de la sala en caso de que sólo exista una fila de *sprinklers*. Sin embargo no se pueden superar los valores indicados en la tabla.
[4] En salas de anchura menor a 3,75 m, sólo se necesita una fila de *sprinklers* con *sprinklers* laterales situada paralelamente al lado mayor de la sala. En salas con una anchura entre 3,75 m y 7,5 m se ha de colocar una fila de *sprinklers* en los dos lados mayores. Los *sprinklers* se han de colocar alternados. En las salas con una anchura mayor a 7,5 m, se han de colocar filas intermedias de *sprinklers*.
[5] La cara interior de las paredes ha de estar construida con materiales no combustibles según la norma DIN 4102, en caso contrario la separación se reduce a 1,5 m.
[6] Sólo es válido para espacios huecos con techos combustibles.
[7] Medido entre disco de rociado y canto inferior del techo.

(6) Distribución de los *sprinklers*

INSTALACIONES DE EXTINCIÓN MEDIANTE ROCIADORES DE AGUA

EXTRACTOS DE DIN 1988, P. 6.ª + 14494 VDS RL. 2109

Las instalaciones con toberas abiertas son instalaciones de distribución de agua con tuberías fijas, en las que se colocan toberas abiertas a intervalos regulares.
La red de tuberías no está llena de agua cuando la instalación se pone en marcha.
Una vez activada la instalación empieza a fluir agua a la red de tuberías de las toberas.
La irrigación de agua depende de la forma y tamaño de la sala a proteger, del tipo y cantidad de objetos a proteger y de la altura y tipo de almacenaje.
Ha de poder expulsar entre 5 y 60 litros por minuto y m^2.
Cuando la instalación de rociadores se divide en grupos, la superficie a proteger por un grupo debería estar comprendida, por lo general, entre 100 m^2 (riesgo de incendio reducido) y 40 m^2 (riesgo de incendio elevado).
Los sistemas de extinción mediante rociadores de agua se instalan en aeropuertos, instalaciones de incineración y almacenaje de basuras, escenarios, transformadores, almacenes y contenedores de líquidos combustibles, canalizaciones de cables, silos de virutas, fábricas de tableros aglomerados, centrales eléctricas y fábricas de munición.

Objeto a proteger	Cantidad de agua rociada l/(min · m^2) min	Tiempo extinción min.	Grupo Sup. m^2	Número
Escenarios				
hasta 350 m^2, altura ≦ 10 m	5	10	-	1
hasta 350 m^2, altura > 10 m	7	10	-	1
más de 350 m^2, altura ≦ 10 m	5	10	-	3
más de 350 m^2, altura > 10 m	7	10	-	3
Silos de virutas				
altura de vertido ≦ 3 m	7,5	30	-	1
altura de vertido > 3 m ≦ 5 m	10,0	30	-	1
altura de vertido > 5 m	12,5	30	-	1
Depósitos de basura				
altura de vertido ≦ 2 m	5,0	30		
altura de vertido > 2 m ≦ 3 m	7,5	30		
altura de vertido > 3 m ≦ 5 m	12,5	30	100 a 400	-
altura de vertido > 5 m	20,0	30		-
Almacenes espumas				
altura almac. ≦ 2 m	10,0	30	150 min	-
altura almac. > 2 m ≦ 3 m	15,0	45	150 min	-
altura almac. > 3 m ≦ 4 m	22,5	60	200 min	-
altura almac. > 4 m ≦ 5 m	30,0	60	200 min	-

(1) Objetos a proteger y cantidad de agua rociada

Tipo de tobera	∅ nominal	Factor K	Máx. sup. a proteger en m^2 para cantidad agua rociada de 5	7,5	10	12,5	15	17,5	Sep. máx. entre 2 toberas en m	Máxima sep. a pared en m	Mínima sep. a pared en m
Normal	15	80	9	9	9	9	–	–			
	20	115	–	–	9	9	9	9	3,75	1,90	0,3
«Paraguas»	10	57	12	9	9	9	–	–			
	· 15	80	12	9	9	9	–	–	4,00 (12 m^2)		
	20	157		9	9	9	9	9	3,75 (5 m^2)	2,00	0,3
Lateral	15	80	9	9	9	9	–	–	3,40[2)3)]	0,3[1)]	

[1)] Contra la dirección de rociado de las toberas
[2)] La separación máxima admisible de los *sprinklers* laterales de una fila de *sprinklers* se calcula a partir de la superficie de protección máxima por *sprinkler*, dividida por la mitad de la separación entre las filas de *sprinklers* o por la anchura de la sala en caso de que sólo exista una fila de *sprinklers*. Sin embargo no se pueden superar los valores indicados en la tabla.
[3)] En salas de anchura menor a 3,00 m, sólo se necesita una fila de *sprinklers* con *sprinklers* laterales situada paralelamente al lado mayor de la sala. En salas con una anchura entre 3,00 m y 6,00 m se ha de colocar una fila de *sprinklers* en los dos lados mayores. Los *sprinklers* se han de colocar alternados. En las salas con una anchura mayor a 6,0 m, se han de colocar filas intermedias de *sprinklers*.

(2) Dimensionado hidráulico: diámetros nominales y factor K

La eficacia del CO_2 para extinguir fuegos se basa sobre todo en la reducción del contenido en oxígeno del aire hasta un valor en el que ya no es posible el proceso de combustión. La ventaja consiste en que el CO_2, por ser un gas, se extiende uniformemente e inmediatamente, por toda la zona de incendio, protegiendo así todo el espacio.

INSTALACIONES DE EXTINCIÓN DE CO_2

EXTRACTO DE VDS FORM 3004 → 📖

El CO_2 es un medio de extinción apropiado en incendios, p.e., de los siguientes objetos o materiales:
— Líquidos combustibles u otros materiales, que en caso de incendio se comportan como líquidos combustibles.
— Gases combustibles, cuando no existe el peligro de que, una vez apagado el fuego, se pueda formar una mezcla de aire y gas inflamable.
— Dispositivos eléctricos y electrónicos.
— Sólidos combustibles, como madera, papel y textiles, aunque la combustión de estos materiales exige una concentración más elevada de CO_2 y mayor tiempo de aplicación.

Ejemplos en los que se emplean instalaciones fijas de CO_2:
— Máquinas que contienen líquidos combustibles o en las que se emplean tales líquidos.
— Fabricación de barnices, talleres de lacado a pistola, baños de aceite, imprentas, trenes de laminación, cuartos de cuadros eléctricos, salas de proceso de datos.

En las instalaciones destinadas a proteger un edificio, o una parte del mismo, no puede asignarse una superficie superior a 30 m^2 a una tobera. En los espacios de más de 5 m de altura las toberas destinadas a distribuir el CO_2 no sólo se han de colocar en la parte superior del espacio a proteger, sino también aprox. a 1/3 de la altura de la sala.
Las instalaciones de CO_2 tienen por misión apagar los incendios en su fase inicial y mantener una concentración de CO_2 eficaz durante el tiempo que exista peligro de que vuelva a prender fuego.
Una instalación de CO_2 se compone fundamentalmente de los contenedores de CO_2, las correspondientes válvulas necesarias y una red de tuberías fijas con toberas abiertas distribuidas adecuadamente en la zona a proteger, así como dispositivos para detectar un fuego, puesta en marcha, alarma y extinción.

Objetivo de la protección	Zona a proteger	Requisitos	Alcanzable mediante
1. Se han de proteger los edificios o partes de un edificio y su contenido contra incendios que se declaren en el interior y contra la propagación de incendios desde el exterior	Todo el edificio o una parte	Los elementos delimitadores han de ser suficientemente estancos al gas y garantizar la protección contra incendios que se declaren en un edificio vecino*	Separación constructiva y/o espacial de la zona a proteger según el apéndice*
2. Se ha de proteger el contenido de un espacio contra incendios que se declaren en el interior y contra la propagación de incendios desde el exterior	Espacio	Los elementos delimitadores (suelo, paredes y techos) han de ser suficientemente estancos al gas y garantizar la protección contra incendios que se declaren en una sala vecina*	Separación con una resistencia al fuego de al menos 90 min (según las normas nacionales) si las salas contiguas no están protegidas con una instalación automática de extinción de incendios*
3. Se ha de proteger el contenido de un espacio contra incendios que se declaren en la zona de evacuación	Espacio	Los elementos delimitadores (suelo, paredes y techos) han de ser suficientemente estancos al gas*	Separación con una resistencia al fuego de al menos 30 min (según las normas nacionales) o con materiales no combustibles*
4. Se ha de proteger un objeto cerrado contra incendios que se declaren en la zona de evacuación	Objeto cerrado	Los elementos delimitadores (suelo, paredes y techos) han de ser suficientemente estancos al gas*	Separación con una resistencia al fuego de al menos 30 min (según las normas nacionales) o con materiales no combustibles*
5. Se ha de proteger un objeto no cerrado contra incendios que se declaren en la zona de evacuación	Objeto no cerrado	ninguno	

* La estanquidad se ha de mantener hasta el final del tiempo eficaz de resistencia al fuego.

(3) Idoneidad de los elementos delimitadores como protección contra el fuego

Protección contra incendios

INSTALACIONES DE EXTINCIÓN MEDIANTE POLVO

EXTRACTO DE VDS. RI. 3038

Los polvos de extinción son mezclas químicas homogéneas apropiadas para combatir un fuego. Sus principales componentes son, por ejemplo:
— Carbonato de potasio/calcio
— Sulfato de calcio
— Cloruro de potasio/calcio
Como el polvo de extinción puede emplearse, en condiciones normales, desde una temperatura de −20 °C hasta +60 °C, se utiliza tanto en el interior de edificios como en instalaciones industriales al exterior. Los polvos de extinción son apropiados, p.e., en incendios que afectan a los siguientes objetos o materiales:
— Clase A:
Sólidos combustibles como madera, papel, textiles, aunque en cada caso hay que emplear el polvo de extinción más adecuado.
— Clase B:
Líquidos combustibles u otros materiales que, en caso de incendio, se comportan como líquidos combustibles.
— Clase C:
Gases combustibles.
— Clase D:
Metales combustibles como aluminio, magnesio y sus aleaciones, aunque sólo se pueden emplear polvos especiales para la clase D.

Instalaciones industriales en las que se emplean instalaciones fijas de polvos de extinción en zonas industriales:
Instalaciones químicas, depósitos subterráneos de aceite, cubas, unidades de condensación, unidades de bombeo, unidades de transferencia de aceite y gas.

Polvo LS
En las siguientes instalaciones, dispositivos y zonas no debería emplearse polvo de extinción para apagar fuegos:
— Instalaciones, máquinas y dispositivos sensibles al polvo, así como instalaciones eléctricas de bajo voltaje (instalaciones de telegrafía, instalaciones de regulación y medida, cuadros eléctricos con protectores y relés, etc.)
— Objetos o zonas con riesgo de incompatibilidad química entre el producto de extinción (peligro de reacciones químicas) y los materiales almacenados.

INSTALACIONES DE PROTECCIÓN MEDIANTE HALÓN (EXTRACTO DE DIN 14496)

El halón es un hidrocarburo halogenado (por regla general metano fluorhídrico de bromuro). La eficacia de extinción del halón 1301 se basa en la interrupción de la reacción entre el material en combustión y el oxígeno.
Las instalaciones de halón sólo se pueden emplear en zonas con una temperatura comprendida entre −20 °C y +450 °C. En la zona de extinción tampoco pueden encontrarse objetos cuya temperatura de funcionamiento sea superior a +450 °C.
El halón 1301 se aplica en incendios, p.e., de:
— Líquidos u otros materiales que, en caso de incendio, se comportan como líquidos inflamables.
— Gases combustibles, cuando no existe el peligro que, una vez apagado el fuego, se pueda formar una mezcla de aire y gas inflamable.
— Dispositivos e instalaciones eléctricas y electrónicas.
Ejemplos de zonas adecuadas de extinción:
— fabricación de barnices, talleres de pintura a pistola, instalaciones de imprimación de polvo
— baños de aceite
— cuartos de cuadros eléctricos
— salas de máquinas, salas de proceso y archivo de datos.
No puede excluirse una posible contaminación del medio ambiente.

INSTALACIONES DE EXTINCIÓN MEDIANTE ESPUMA

EXTRACTO DE VDS. RI. 2108 → 🕮

La espuma de extinción se produce cuando entra en contacto con el aire una mezcla de agua y un producto espumante.
Los productos espumantes son aditivos líquidos que se añaden al agua de extinción para producir espuma de extinción en contacto con el aire.
Los productos espumantes, según DIN 14272, parte 1.ª (aún en redacción) están formados por productos obtenidos por síntesis de la albúmina y contienen, dado el caso, productos fluorados adicionales. Los productos espumantes polivalentes sirven para producir espuma pesada, media y ligera. Los productos espumantes con proteínas o fluoroproteínas sólo sirven para producir espuma pesada.
Los ámbitos de producción de espuma se dividen como sigue:
Cifra de producción de espuma pesada: S = hasta 20
Cifra de producción de espuma media: S = 20 hasta 200
Cifra de producción de espuma ligera: S = 200 hasta 1000

Cifra de producción de espuma S:
Relación entre el volumen de espuma producida respecto al volumen de la mezcla de agua y espumante.

Duración de emanación:
La duración de emanación t, en minutos, es el factor de tiempo para el cálculo del caudal (m^3/min) en las instalaciones de espuma ligera. Las instalaciones de espuma de extinción se emplean para apagar incendios de las clases A y B (Clases de resistencia al fuego según DIN EN2) en edificios y espacios interiores y exteriores. Se pueden emplear también, tomando medidas especiales, para proteger líquidos, por ejemplo, alcohol, éter, acetona, etc.

Instalaciones de espuma de extinción
Las características fundamentales de las instalaciones de espuma de extinción son: cantidad de agua motriz, producto espumante necesario y tiempo mínimo de funcionamiento.
La instalación de espuma de extinción se ha de dimensionar de manera que en caso de incendio llegue suficiente espuma de extinción a la zona protegida, es decir, que se cubra con eficacia la zona afectada.
Se han de tomar medidas para evitar la salida de líquidos inflamables de la zona protegida (p.e., traviesas en el suelo).
En las instalaciones de espuma pesada y media, la espuma ha de poder cubrir eficazmente toda la superficie correspondiente; se han de tener en cuenta el alcance de lanzamiento, los posibles obstáculos y la distancia hasta el objeto a proteger.
En las instalaciones de espuma ligera, la espuma ha de llenar eficazmente el edificio o sala correspondiente.
Si se protegen varios objetos independientes con una instalación de espuma pesada o media, la cantidad de agua necesaria depende del objeto mayor. El aprovisionamiento de agua ha de estar previsto para un mínimo de 120 min en las instalaciones de espuma pesada y de 60 min en las instalaciones de espuma media.

Materiales combustibles	Duración de emanación t en min Cifra producc. espuma S 200-1000
Clase de resistencia al fuego A:* Materiales de baja densidad, p.e., goma-espuma, espumas, fibra de celulosa, papel cresponado	4
Materiales de alta densidad, p.e., rollos de papel, papel grueso, material recubierto con papel	5
Neumáticos, materiales vertidos	6
Material embalado en cartón Cajas, contenedores de productos sintéticos	6
Clase de resistencia al fuego 3:* Líquidos con punto de inflamación inferior a 55 °C Líquidos con punto de inflamación sup. a 55 °C	3 4

* Clase de resistencia al fuego según DIN EN2
** Los líquidos hidrofilos no se han incluido en esta tabla

(1) Duración de emanación de las instalaciones de espuma ligera

Protección contra incendios

INSTALACIONES DE EXTRACCIÓN DE HUMO Y CALOR

Extractos de DIN 18232 P.1.°; DIN 18230 P.1.°+2.°; VDS. RL. 3010

Las instalaciones de extracción de humo y de extracción de calor (abreviadas EHC) son instalaciones formadas por uno o varios
— extractores de humo (EH),
— extractores de calor (EC),
— extractores mecánicos de humo (EM)
o una combinación de ellos, así como sus elementos de puesta en marcha y mando, dispositivos de apertura, aportación energética y accesorios.

Las instalaciones de extracción de humo y calor tienen como misión extraer humo y calor en caso de incendio.

Para ello:
— mantienen los recorridos de evacuación y salvamento libres de humo,
— facilitan los trabajos de extinción creando una zona sin humo,
— evitan o retardan el *flash-over* y con ello el siniestro total,
— protegen los dispositivos,
— reducen los daños ocasionados por los gases de combustión y por el calor desprendido durante la combustión,
— reducen los requisitos de resistencia al fuego de los elementos constructivos.

Los extractores de humo tienen como misión mejorar las condiciones para salvar las personas y animales y proteger los objetos de valor, así como para combatir el incendio ya desde la fase inicial, creando una zona sin humo por encima del suelo.

También actúan como extractores de calor.

Los extractores de calor tienen como misión evacuar los gases calientes de combustión en la fase avanzada de un incendio.

Para ello:
— evitan o, al menos, reducen el *flash-over,*
— reducen los requisitos de resistencia ante el fuego de los elementos constructivos.

También actúan como extractores de humo.

La eficacia de las instalaciones de extracción de humo y calor se basa en la ascensión térmica de los gases de combustión y depende de:
— su superficie de abertura aerodinámicamente eficaz
— la influencia del viento
— el tamaño de las aberturas de impulsión de aire
— el momento de abertura
— la situación en el edificio (p.e., distribución y dimensiones).

Los extractores mecánicos de humo tienen la misma misión que los extractores de humo. La extracción de humo se realiza a través de una ventilación forzada (p.e., ventiladores).

Los extractores mecánicos de humo se han de colocar, sobre todo, allí donde por motivos técnicos no tiene sentido, o no es posible, instalar extractores de humo.

En vez de extractores de calor pueden instalarse extractores mecánicos de humo, convenientemente dimensionados.

En los siguientes casos deberían instalarse extractores de humo:
— en edificios de una sola planta de gran superficie y dimensiones,
— en edificios con recorridos de evacuación muy largos, cuando éstos no se pueden mantener de otra manera sin humo durante un tiempo suficientemente largo,
— en edificios en los que, debido a la normativa, es necesario una protección especial,
— en edificios con materiales o dispositivos especialmente valiosos y sensibles al humo, cuando existen motivos para una protección especial.

Los extractores de calor deberían colocarse en número suficiente y con las dimensiones adecuadas para alcanzar al menos una relación:

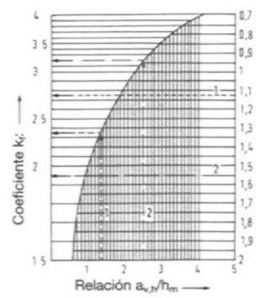
$A_{v+h} : A > 0{,}02$ (véase DIN 18230 P.1.°) (aún en redacción)

y en casos con una gran carga de incendio, una relación:

$A_{v+h} : A > 0{,}05$.

Si esto no es posible, se han de prever extractores de humo o extractores mecánicos de humo.

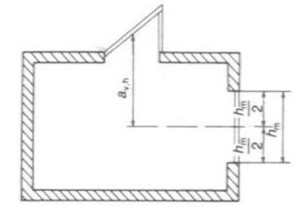
Para valorar la idoneidad de los extractores térmicos se ha de tener en cuenta la resistencia al fuego de los diferentes elementos constructivos (véase la norma DIN 18230 P.1.°, en redacción).



Ejemplo 1:
Para A_h/A_v = 1,22; k_f = 2,75 y
para $a_{v,h}/h_m$ = 1,35; k_f = 2,35
valor directriz: k_f = 2,35

Ejemplo 2:
Para A_h/A_v = 1,55; k_f = 1,95 y
para $a_{v,h}/h_m$ = 2,50; k_f = 3,20
valor directriz: k_f = 1,95

(1) Diagrama para calcular el coeficiente k_f



Aquí significan:

$$h_m = \frac{\sum_i (A_{vi} \cdot h_i)}{\sum A_{vi}}$$ la media de la altura de las aberturas, en m

En las aberturas verticales de diferente altura se ha de considerar además una media de las separaciones:

$$a_{v,hm} = \frac{\sum_i (A_{vi} \cdot a_{v,hi})}{\sum_i A_{vi}}$$

A_{vi}: superficie de cada abertura i en las paredes exteriores del sector de incendios en m^2
h_i: altura de esta abertura en m y
$A_{v,h}$: separación vertical entre el centro de la abertura vertical y el plano de la abertura horizontal, o la altura media de una abertura con una inclinación máxima de 45° (véase ilustración 2)

Para $A_h/A_v > 2{,}0$, el factor $k_f = 1{,}5$. En la zona $A_h/A_v \leqq 0{,}7$ y $a_{v,h}/h_m > 4$, $k_f = 4$.

(2) Aberturas en la cubierta y en las paredes (sección)

La superficie de abertura se obtiene de $A_{v+h} = A_v + K_f \times A_h$ donde:

A_h = superficie de las aberturas horizontales en m^2
A_v = superficie de las aberturas verticales en m^2
k_f = coeficiente de valoración

Las aberturas en las paredes (superficie A_v en m^2) se multiplican por 1 y las aberturas en la cubierta (superficie A_h en m^2) se multiplican por el factor k_f. En sectores de incendios de varias plantas y en sus sectores parciales, también pueden multiplicarse las aberturas cenitales con el factor k_f cuando existen aberturas, como mínimo igual de grandes, en todos los forjados superiores y en la cubierta. Los valores de k_f se pueden extraer del diagrama 1. El valor del coeficiente k_f depende tanto de la relación $A_{v,h}/h_m$ como de la relación A_h/A_v. El valor determinante es el más pequeño.

En sectores de incendios de varias plantas se ha de determinar además el tiempo equivalente de incendio para cada una de las plantas. En este caso, se ha de calcular para cada planta la relación entre la superficie de las aberturas y la superficie de la planta. La norma DIN 18230 P.1.° puede aplicarse a todo un edificio o a partes de él que se destinen a tareas de fabricación o almacenaje de una empresa (edificios industriales).

No es posible su aplicación directa en rascacielos, almacenes de gran altura, silos, almacenes de materiales vertidos de gran volumen, edificios destinados a la producción de energía, así como edificios industriales con sectores de incendio de gran tamaño. En las disposiciones se indica la superficie máxima de los sectores de incendio en función del grado de resistencia al fuego de los diferentes elementos constructivos.

El dimensionado de los extractores de humo depende del tamaño de la superficie a proteger, así como del espesor de la capa a mantener sin humo y de la altura del espacio correspondiente.

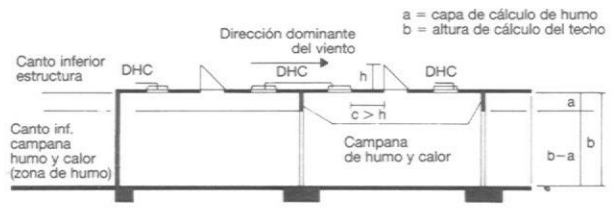
Como altura h del espacio a proteger se toma, en cubiertas horizontales, la altura libre; en cubiertas inclinadas, la altura media desde el pavimento hasta el canto inferior del techo.

El espesor d de la capa sin humo ha de ser al menos $0{,}5 \cdot h$, pero no puede ser inferior a 2,0 m. La superficie de cubierta de las grandes naves se puede subdividir con campanas de humo. El canto inferior de la campana ha de estar a la misma altura que la cota inferior de la capa con humo.

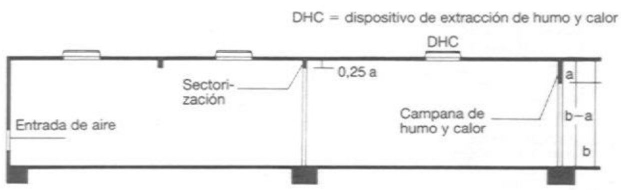
DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LOS DISPOSITIVOS DE EXTRACCIÓN DE HUMO Y DE CALOR (DHC)

Los dispositivos de extracción de humo y calor se han de distribuir, a ser posible, de manera uniforme en cada sector de cubierta. Se ha de prestar especial atención a que, en caso de incendio, dichos dispositivos no aumenten el peligro de transmisión del fuego de un edificio a otro, o de un sector de incendio a otro, dentro del mismo edificio. Se ha de mantener una separación mínima de 5 m a las medianeras, a las medianeras dobles como mínimo 7 m. Una medianera doble es una pared medianera con mayores requisitos (DIN 4102 P.3.ª).

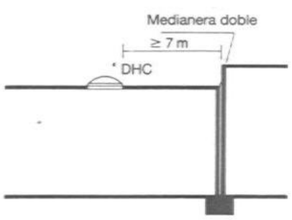
Es preferible colocar un número mayor de DHC con aberturas menores que un número menor con aberturas mayores, para conducir con más facilidad el humo y los gases de combustión al exterior. La separación entre los DHC y el canto inferior de la estructura (alero) no puede ser mayor a 20 m, ni menor que la separación mínima a las paredes de 5 m.



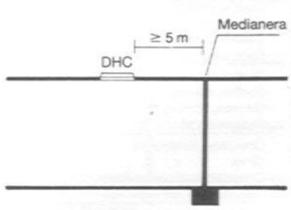
(1) Cubierta plana con lucernarios lineales



(2) Cubierta plana. Sector ≤ 60 m



(3) Medianera doble



(4) Medianera

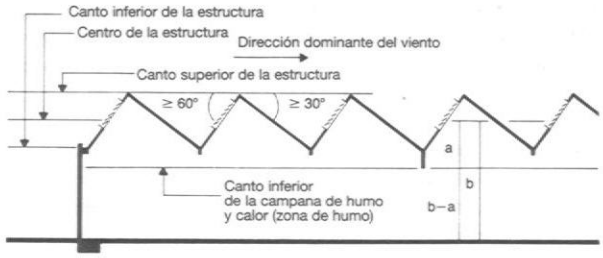
La separación de las aberturas a los elementos existentes encima de la cubierta ha de ser lo suficientemente grande para que el viento no influya en el funcionamiento de los dispositivos de extracción de humo y calor. Si se sitúan estos dispositivos en la zona perimetral de una cubierta plana se ha de considerar la carga de viento que en este caso puede ser superior (anchura de la franja = b/8).

En las cubiertas con una pendiente entre 12° y 30°, los dispositivos de extracción de humo y calor se han de situar, a ser posible, en la parte superior; ha de haber al menos 1 dispositivo de extracción de humo y calor por cada 400 m² de superficie en planta (superficie proyectada de la cubierta). En las cubiertas con una pendiente > 30° debería comprobarse especialmente la eficacia de los dispositivos de DHC. En las cubiertas con una pendiente < 12° se ha de colocar al menos 1 dispositivo de DHC por cada 200 m².

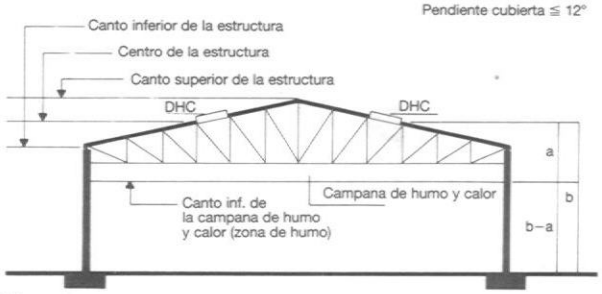
En las cubiertas cuya cara inferior queda subdividida por la estructura (subsectores) se ha de instalar al menos 1 dispositivo de extracción de humo y calor en cada subsector.

En las cubiertas en diente de sierra sólo se pueden colocar dispositivos de extracción de humo y calor en las superficies acristaladas de los dientes frontales si se comprueba que hay suficiente sensibilidad al viento lateral en cada caso.

La longitud del lado mayor o el diámetro de la abertura de entrada de un dispositivo de DHC no puede ser mayor a 2,50 m.



(5) Cubierta en diente de sierra



(6) Cubierta a dos aguas, pendiente ≤ 12°

Si la instalación se pone en marcha automáticamente por grupos, se ha de prever al menos un detector de humo o dos detectores térmicos por cada 400 m² de superficie. Sin embargo, en cada sector de cubierta han de colocarse dos detectores de humo o cuatro detectores térmicos.

En edificios con una instalación de *sprinklers* o rociadores de agua, las aberturas de extracción no pueden abrirse antes de que entren en funcionamiento esas instalaciones de extinción, p.e., activando la instalación de extracción de humo y calor a partir de las instalaciones de extinción. Si ambas instalaciones se activan a través de detectores térmicos, la temperatura crítica de los detectores térmicos de la instalación de EHC ha de ser al menos 18 °C (18 K) más alta que la temperatura crítica de los *sprinklers*.

Las naves se han de subdividir, si es posible, en sectores de tamaño parecido. Estos sectores no pueden ser mayores a 1600 m², ni tener un lado mayor a 60 m. La subdivisión se puede realizar mediante la propia estructura de la cubierta (p.e., dientes de sierra, cerchas de alma llena) o mediante campanas de humo y calor. Estas han de llegar tan abajo como lo permita el funcionamiento de la nave y pueden ser de chapa metálica o placas de cartón-yeso.

En las naves de más de 1600 m², la superficie total eficaz de aberturas de la instalación de EHC se obtiene multiplicando la superficie total de la nave por un coeficiente que depende del uso de la nave. En las naves de menos de 1600 m², la superficie total eficaz de aberturas de la instalación de EHC se obtiene multiplicando una superficie ficticia de la nave de 1600 m² por un coeficiente, que depende del uso de la nave. En las naves de menos de 800 m², la superficie de abertura puede disminuirse en función de la superficie de la nave, de la manera siguiente:

$$AC_A = \frac{1600 \text{ (sup. nave)}}{800} \cdot a = 2 \cdot \text{sup. nave} \cdot a$$

siendo: DHC = dispositivo de extracción de humo y calor
IHC = instalación de extracción de humo y calor
A_D = superficie geométrica de abertura del DHC medida en la cubierta
A_{DC} = superficie eficaz de abertura del DHC, teniendo en cuenta la influencia del viento
A_{IC} = superficie eficaz de abertura de la IHC, teniendo en cuenta la influencia del viento
a = capa de cálculo de humo
b = altura de cálculo del techo

La altura de cálculo del techo (dimensión b) se mide entre el canto superior del pavimento y el centro entre el punto más bajo y el más alto del techo o estructura. Los valores intermedios se redondean.
La zona sin humo ha de ser al menos de 3 m en las salas con una altura de cálculo del techo de 6 m; y, al menos, la mitad de la altura en las salas con una altura de cálculo de más de 6 m.
La capa de cálculo de humo (dimensión a) se obtiene restando el espesor de la capa sin humo de la altura de cálculo del techo. Las campanas de humo de calor han de llegar al menos hasta una profundidad igual a la capa de cálculo de humo supuesta. En naves con una altura de cálculo del techo ≦ 6 m, la altura de las campanas de humo y de calor ha de ser, como mínimo, igual a un 25 % de la altura de cálculo del techo y en las naves > 6 m ha de ser, al menos, de 2 m.
Si por motivos técnicos de funcionamiento, no se puede subdividir el techo en zonas, la superficie de aberturas para toda la nave se ha de aumentar en un 30 % y el número mínimo de dispositivos de extracción de humo y calor, según el apdo. 5.3, en un 50 %. En este caso hay que basarse en el menor espesor de la capa de cálculo de humo indicado en la tabla → ②.

En la zona inferior de la nave ha de haber suficiente aire para que los dispositivos de extracción de humo y calor sean aerodinámicamente eficaces. La sección geométrica ha de ser, al menos, el doble de la sección geométrica de las aberturas de los dispositivos de extracción de humo y calor en el sector de cubierta correspondiente, con la superficie de abertura más eficaz.

Riesgo de incendio (RI)	Máxima altura almacenaje en m	Grupo de dimensionado (GD)
RI 2.1		1
RI 2.2		2
RI 2.3		3
RI 3.1		
RI 3.2		4
RI 3.3		
RI 4.1	5,3	3
RI 4.1	7,6	4
RI 4.2	4,1	3
RI 4.2	5,9	4
RI 4.2	7,5	5
RI 4.3	2,9	3
RI 4.3	4,1	4
RI 4.3	5,2	5
RI 4.3	6,3	6
RI 4.3	7,7	7
RI 4.4	1,6	3
RI 4.4	2,3	4
RI 4.4	3,0	5
RI 4.4	3,6	6
RI 4.4	4,4	7

① Relación entre el riesgo de incendio (RI) y el grupo de dimensionado (GD)

Tabla de dimensionado
La siguiente tabla indica la superficie de abertura más eficaz, en proporción a la superficie de la nave y en función de la altura de cálculo del techo y de la capa de cálculo de humo para siete grupos de dimensionado (GD)

Altura cálculo techo b (m)	Capa cálculo humo a (m)	Porcentaje α GD 1	GD 2	GD 6	GD 7
4,0	1,00	0,30	0,43	1,29	1,46
4,5	1,50	0,25	0,35	1,05	1,19
	1,25	0,31	0,43	1,30	1,47
5,0	2,00	0,21	0,30	0,91	1,03
	1,75	0,26	0,37	1,10	1,24
	1,50	0,31	0,44	1,33	1,50
	1,25	0,38	0,54	1,61	1,82
5,5	2,50	0,19	0,27	0,82	0,92
	2,25	0,23	0,32	0,97	1,10
	2,00	0,27	0,38	1,15	1,30
	1,75	0,32	0,45	1,36	1,54
	1,50	0,38	0,54	1,62	1,83
6,0	3,00	0,18	0,25	0,74	0,84
	2,75	0,21	0,29	0,88	0,99
	2,50	0,24	0,34	1,03	1,16
	2,25	0,28	0,40	1,20	1,36
	2,00	0,33	0,47	1,40	1,59
6,5	3,25	0,19	0,27	0,81	0,91
	3,00	0,22	0,31	0,94	1,06
	2,75	0,26	0,36	1,09	1,23
	2,50	0,30	0,42	1,26	1,42
	2,25	0,34	0,48	1,45	1,64
	2,00	0,39	0,56	1,66	1,89
7,0	3,50	0,20	0,29	0,87	0,98
	3,25	0,24	0,33	1,00	1,13
	3,00	0,27	0,38	1,15	1,30
	2,75	0,31	0,44	1,31	1,48
	2,50	0,35	0,50	1,50	1,69
	2,25	0,40	0,57	1,71	1,94
	2,00	0,46	0,65	1,96	2,22
7,5	3,75	0,22	0,31	0,93	1,05
	3,50	0,25	0,35	1,06	1,20
	3,25	0,28	0,40	1,21	1,36
	3,00	0,32	0,46	1,37	1,55
	2,75	0,37	0,52	1,55	1,75
	2,50	0,41	0,59	1,76	1,98
	2,25	0,47	0,66	1,99	2,25
	2,00	0,53	0,75	2,26	2,56
8,0	4,00	0,23	0,33	0,99	1,12
	3,75	0,26	0,37	1,12	1,27
	3,50	0,30	0,42	1,27	1,13
	3,25	0,34	0,47	1,42	1,61
	3,00	0,38	0,53	1,50	1,89
	2,75	0,42	0,60	1,80	2,04
	2,50	0,48	0,67	2,02	2,29
	2,25	0,54	0,76	2,28	2,58
	2,00	0,61	0,86	2,58	2,92
8,5	4,25	0,25	0,35	1,05	1,19
	4,00	0,28	0,39	1,18	1,34
	3,75	0,31	0,44	1,33	1,50
	3,50	0,35	0,49	1,48	1,58
	3,25	0,39	0,55	1,66	1,87
	3,00	0,44	0,62	1,85	2,09
	2,75	0,49	0,69	2,06	2,33
	2,50	0,54	0,77	2,31	2,61
	2,25	0,61	0,86	2,59	2,92
	2,00	0,69	0,97	2,91	3,29
9,0	4,50	0,26	0,37	1,12	1,26
	4,25	0,29	0,42	1,25	1,41
	4,00	0,33	0,46	1,39	1,57
	3,75	0,36	0,51	1,54	1,74
	3,50	0,40	0,57	1,71	1,93
	3,25	0,45	0,63	1,90	2,15
	3,00	0,50	0,70	2,11	2,38
	2,75	0,55	0,78	2,34	2,64
	2,50	0,61	0,87	2,60	2,94
	2,25	0,68	0,97	2,90	3,28
	2,00	0,85	1,08	3,25	3,67
9,5	4,75	0,28	0,39	1,18	1,33
	4,50	0,31	0,44	1,31	1,48
	4,25	0,34	0,48	1,45	1,64
	4,00	0,38	0,53	1,60	1,81
	3,75	0,42	0,59	1,77	2,00
	3,50	0,46	0,65	1,95	2,20
	3,25	0,51	0,72	2,15	2,43
	3,00	0,56	0,79	2,37	2,68
	2,75	0,62	0,88	2,63	2,97
	2,50	0,76	0,97	2,91	3,29
	2,25	0,85	1,08	3,23	3,65
	2,00	0,95	1,20	3,61	4,07
11,5	5,75	0,34	0,48	1,43	1,61
	5,50	0,37	0,52	1,56	1,76
	5,25	0,40	0,56	1,69	1,91
	5,00	0,43	0,61	1,84	2,08
	4,75	0,47	0,67	2,00	2,26
	4,50	0,57	0,72	2,17	2,45
	4,25	0,62	0,78	2,35	2,66
	4,00	0,67	0,85	2,55	2,88
	3,75	0,73	0,92	2,77	3,13
	3,50	0,79	1,00	3,00	3,39

② Tabla de dimensionado

Tipos de uso

Tipo de uso	Riesgo de incendio (RI)
A Acumuladores, fábricas de	*)
Alambres, talleres de	2.1
Alcohol, destilación de	3.1
Alcohol, manipulación de	2.3
Algodón, manipulación de	3.1
Alimentación, comercios de	*)
Alimentos, fábricas de	2.3
Alquitranes, preparación de	3.1
Aluminio, manipulación de	*)
Aluminio, fabricación de	2.2
Aparatos eléctricos, fábricas de	*)
Apósitos, fábricas de	2.2
Armas, fábricas de	2.2
Asbestos, fábricas prod. con	2.1
Astilleros	*)
Automóviles, talleres de	2.2
Automóviles, fábricas de	*)
Aviones, hangares de	*)
Aviones, fábricas de	*)
Azúcar, fábricas de	3.1
B Betún, fábricas de	3.1
Bicicletas, fábricas de	2.2
Bituminosos, manip. prod.	3.1
C Cables, fábricas de	2.3
Cacao, preparación de	2.2
Café, preparación de	2.2
Camas, fábricas de	*)
Cáñamo, talleres prep. de	3.1
Carbón, manipulación de	3.3
Cartón para cubiertas, fábricas de	3.2
Cartonajes, fábricas de	2.3
Caucho sintético, fabricación de	3.1
Caucho, fábricas de objetos de	2.3
Celulosa, fábricas de	3.3
Cera, fábricas de	2.3
Cerámica, talleres de	2.1
Cerillas, fábricas de	3.1
Cerveza, fábricas de	2.1
Chapas metálicas, fábricas de	2.1
Chocolate, fábricas de	2.2
Cines	2.1
Colchonerías (con espuma)	3.2
Colchonerías (sin espuma)	2.3
Colchones (espuma), fáb. de	3.2
Colchones (sin espuma), fáb. de	2.2
Conservas, fábricas de	2.1
Cosméticos, fábricas de	*)
Costura, talleres de	2.2
D Destilerías	3.1
Detergentes, fábricas de	2.2
Discos de vinilo, fábricas de	2.2
Disolventes, destilerías de	3.1
Dulces, fábricas de	2.2
E Encuadernación de libros	2.3
Estafetas de correos	2.2
Estudios	3.1
Estudios cinematográficos	3.1
Extintores, fábricas de	**)
F Fertilizantes, fábricas de	2.2
Fibras químicas, fábricas de	*)
G Garajes	2.1
Géneros de punto, fábricas de	2.3
Goma–espuma, fábricas de	3.2
Grandes almacenes	2.2
H Hilanderías	2.3
I Imprentas	2.3
Industrias jaboneras	3.1
Inyección de plástico, fábricas de	2.2
Inyección de metales, fábricas de	2.1
J Jabón, fábricas de jabón	2.3
Joyas, manipulación de	2.1
L Laboratorios fotográficos	2.2
Lacado, talleres de	3.1
Ladrillerías	2.1
Lana de madera, fábricas de	3.1
Lavadoras, fábricas de lavadoras	2.2
Lavanderías	2.2
Lavavajillas, fábricas de	2.2
Leche en polvo, fabricación de	2.2
Lecherías	2.1
Leña, manipulación de	3.1

Tipos de uso

Tipo de uso	Riesgo de incendio (RI)
Licores, fábricas de	3.1
Lino, fábricas de	3.1
Linoleo, fábricas de	3.1
Liofilización verduras, fáb. de	2.3
Liofilización sopas, fábricas de	2.3
M Madera, talleres manip. de	2.3
Madera contrachapada, fáb. de	2.3
Maquinaria, fábricas de	2.2
Máquinas eléctricas, fábricas de	2.3
Mataderos	2.1
Material fotográfico, fábricas de	2.2
Mat. sintéticos (s. espuma), manip. de	2.3
Materiales sintéticos, fáb. de	2.3
Medicamentos, fábricas de	2.2
Metales ligeros, talleres de	2.2
Mimbre, fábricas de	2.2
Molinos	*)
Molinos de aceite	3.1
Molinos de cereales	3.1
Molinos de pienso	3.1
Moquetas (sin espuma ni caucho), fáb. de	2.3
Moquetas (con espuma y caucho), fáb. de	3.1
Motocicletas, fábricas de	2.2
Muebles, fabricación de	2.3
Muebles de acero, fábricas de	2.2
Municiones, fábricas de	*)
N Neveras, fábricas de	2.2
Nitrocelulosa, fábricas de	*)
O Objetos de adorno, fábricas de	2.1
P Pabellones de ferias	2.3
Panificadoras	2.2
Paños, fábricas de	2.3
Papel usado, manipulación	2.2
Papel, fábricas de	2.3
Parqué, fábricas de	2.3
Pasta para amasar, fábricas de	2.2
Pegamentos, fábricas de	*)
Películas, archivos de	2.2
Pieles, manipulación de	2.2
Pieles, fábricas de	2.2
Piensos, fábricas de	3.3
Pinturas y barnices, fábricas de	3.1
Porcelana, fábricas de	2.2
Procesamiento de datos	2.1
Productos electrónicos, fábricas de	2.3
Productos de espuma, fábricas de	2.2
Puertas (madera/PVC), fábricas de	2.3
Puertas (aluminio), fáb. de	2.2
R Radios, fábricas de	2.3
Relojes, fábricas de	2.2
Ropa, fábricas de	2.3
S Salas de concierto	2.1
Sábanas, fábricas de	2.3
Seda (natural/artificial), fábricas de	2.3
Soda, fábricas de	2.1
T Tabacos, fábricas de	2.2
Tableros aglomerados, fábricas de	2.3
Tableros chapados, fábricas de	2.2
Tejedurías	2.3
Textiles	*)
Tiendas	2.2
Tintes	2.2
Tintorerías (químicas)	3.1
Transformadores, construcción de	2.2
V Vagones, fábricas de	2.3
Ventanas (aluminio), fábricas de	2.2
Ventanas (madera, PVC), fábricas de	2.3
Vidrio, fábricas de	2.2
Vinagre, fábricas de	2.1
Viviendas prefabricadas, fáb. de	2.3
Vulcanizado, talleres de	2.3
Y Yute, talleres de preparación de	3.1
Z Zapatos, fábricas de	2.3

*) Clasificación según el uso de la zona a proteger

③ Clasificación de los usos según el riesgo de incendio (RI)

TUBERÍAS DE AGUA DE EXTINCIÓN

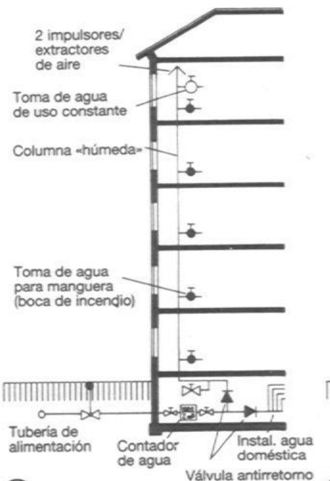
Extractos de DIN 14462 P. 1.°, DIN 1988 P. 6.°
Directrices del cuerpo de bomberos
Las **tuberías de agua de extinción** son una red de tuberías, fijada a los elementos constructivos del edificio, con tomas de agua para mangueras (bocas de incendio).
Las **columnas «húmedas»** son tuberías verticales de agua de extinción, que están siempre sometidas a presión.
Las **columnas «secas»** son tuberías verticales de agua de extinción, que sólo se llenan de agua en caso de necesidad, por indicación de los bomberos.
Las **columnas «húmedas/secas»** son tuberías verticales de agua de extinción que, en caso de necesidad, se llenan de agua desde la red pública de agua, accionando a distancia las correspondientes llaves de paso.
Se han de respetar las siguientes dimensiones nominales (en mm) para las tuberías de agua de extinción y bocas de incendio:

- para dos bocas de incendio consecutivas: al menos DN 50
- para tres bocas de incendio consecutivas: al menos DN 65
- para cuatro o más bocas de incendio consecutivas: al menos DN 80.

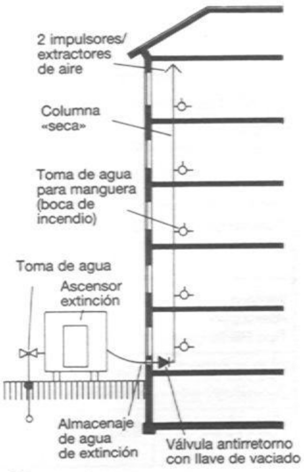
En las columnas húmedas no necesita tenerse en cuenta la toma de agua potable necesaria para la constante renovación de agua, siempre que las necesidades de agua potable, por sí solas, no necesiten una dimensión nominal mayor.
Al empotrar las tuberías de agua de extinción, se ha de mantener el espesor mínimo de pared que prescriba la normativa contra incendios.

Columnas «húmedas»
Las bocas de incendio se han de colocar en hornacinas o en armarios empotrados o adosados a la pared. El canto inferior de la boca de incendio ha de estar entre 800 y 1000 mm por encima del suelo.

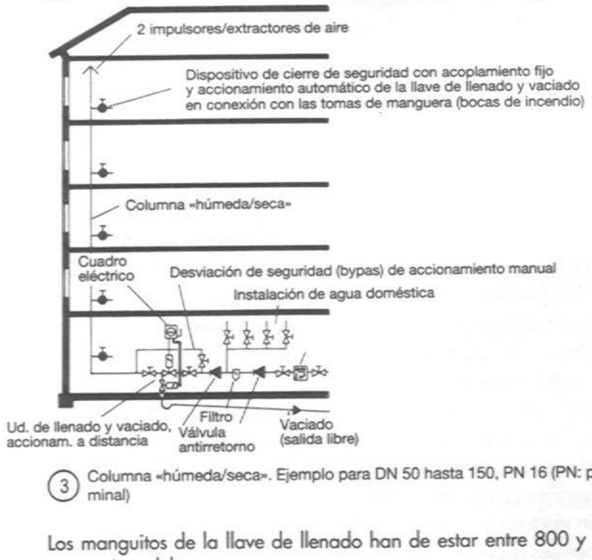
Columnas «secas»
La columna seca ha de tener una dimensión nominal de 80 mm y se ha de poder vaciar.



(1) Columna «húmeda»



(2) Columna «seca»



(3) Columna «húmeda/seca». Ejemplo para DN 50 hasta 150, PN 16 (PN: presión nominal)

Los manguitos de la llave de llenado han de estar entre 800 y 200 mm por encima del terreno.
La altura de 1200 y 400 mm, medida desde el centro de la válvula de conexión de la manguera hasta el canto superior del pavimento, no puede superarse o reducirse.

CIERRES CORTAFUEGOS →

Extracto de las directrices Stahlbau-Arbeitshilfe 27.3

Normativa DIN 18082 P. 1.° Puertas de acero P 30–1 tipo A
DIN 18032 P. 3.° Puertas de acero P 30–1 tipo B
DIN 18089 P. 1.° Herrajes para las puertas cortafuegos
DIN 18093 P. 1.° Colocación de puertas cortafuegos en muros macizos

Los cierres cortafuegos son una unidad formada por:

- una o dos hojas de puerta con el correspondiente marco y sus elementos de fijación,
- dispositivo de cierre automático en forma de muelle o cierrapuertas, con amortiguación hidráulica,
- regulador del cierrapuertas en las puertas de dos hojas,
- los dispositivos especiales en puertas correderas, arrollables o elevables,
- elemento de fijación con dispositivos de accionamiento para aquellos cierres que, por motivos de funcionamiento, se han de mantener abiertos y sólo se cierran en caso de incendio.

Como las puertas están unidas a la pared y en caso de incendio pueden ocasionarse grandes deformaciones, las puertas cortafuegos se han de ajustar al tipo de pared en la que se han de colocar (p.e., muros macizos o tabiques ligeros).
Por lo tanto, la resistencia al fuego depende en gran medida de:

- el tamaño de la puerta o de la abertura,
- la precisión de fabricación y
- la correcta colocación.

Tamaño de las puertas cortafuegos de acero y de una hoja P 30–1, según DIN 18082
Dimensiones en mm

	Anchura	Altura
A	750–1000	1750–2000
B	más de 1000	2000
C	menos de 750	1750

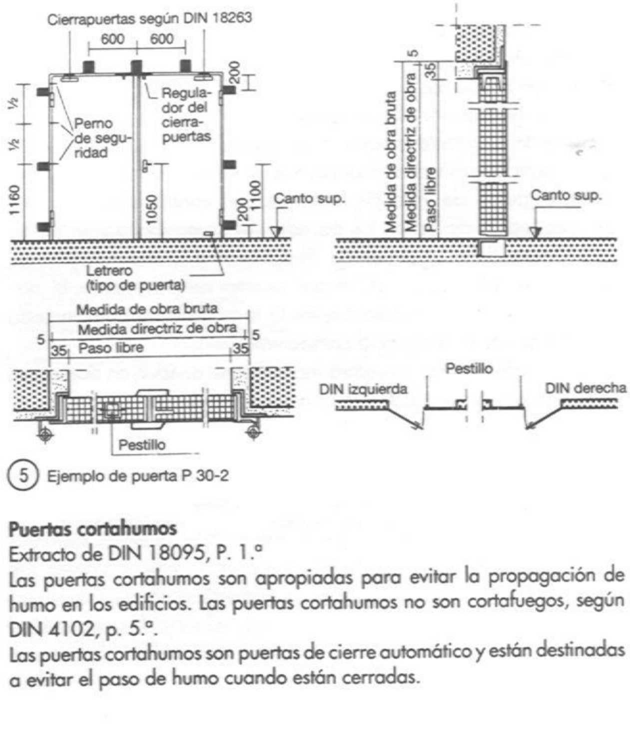
Denominación	Anchura mín. máx.	Altura mín. máx.	Denominación	Anchura mín. máx.	Altura mín. máx.
P 30-1 trampilla de acero	690- 815	740-1190	P. 60-1 puerta «promat»	686- 936	1718-1964
p 30-1 puerta de acero	690- 1190	1720-2470	P 60-1 puerta de madera	686- 1061	1718-2093
P 30-1 puerta de acero x	686- 1186	1718-2093	P 60-2 puerta de acero	1366- 2616	1685-2935
P 30-1 puerta de madera	660- 1035	1705-2080	P 60 puerta corredera de acero	2500- 4500	2000-3500
P 30-1 puerta de madera x	686- 1061	1718-2093	P 90-1 trampilla de acero	805- 805	930-1180
P 30-2 puerta de acero	140- 2440	1720-2720	P 90-1 puerta de acero	640- 1140	1695-2445
P 30-2 puerta de madera	1435- 2435	1718-2718	P 90-1 puerta «promat»	678- 936	1714-1968
P 30-2 puerta de madera x	1089- 2459	1718-2468	P 90-2 puerta de acero	1420- 2545	1960-2960
P 30 puerta corredera de acero	875- 2500	1750-2500	P 90-2 puerta de acero	1900- 2650	1950-2950
P 30 portón corredero de acero	2000- 4500	2000-3500	P 90 puerta corredera de acero	2500- 4500	2000-3500
P 30 puerta arrollable de acero	1500-12000	1200-4500	P 90 puerta arrollable	2000-10000	1810-4100
P 30-4 puerta plegable acero	2700- 5000	2400-4000	P 120 puerta arrollable	2000-10000	1800-4100
P 30 puerta plegable de acero	5600- 8000	2000-4000	x: también admisible en tabiques prefabricados o cartón yeso		

Selección de las puertas homologadas (IfBt 1982)

Se indican en cada caso las medidas mínimas y máximas homologadas (paso libre) en mm

P 30-1 puerta retardadora del fuego de una hoja
P 30-2 puerta retardadora del fuego de dos hojas
P 60-1 puerta retardadora del fuego de una hoja
P 90-1 puerta resistente al fuego de una hoja
P 90-2 puerta resistente al fuego de dos hojas

(4) Tamaño de las puertas de protección contra incendios homologadas



(5) Ejemplo de puerta P 30-2

Puertas cortahumos
Extracto de DIN 18095, P. 1.°
Las puertas cortahumos son apropiadas para evitar la propagación de humo en los edificios. Las puertas cortahumos no son cortafuegos, según DIN 4102, p. 5.°.
Las puertas cortahumos son puertas de cierre automático y están destinadas a evitar el paso de humo cuando están cerradas.

Protección contra incendios

ELEMENTOS DE CIERRE EN CAJAS DE ASCENSORES F 90
EXTRACTO DE DIN 4102 PARTE 5.ª

Los elementos de cierre en cajas de ascensores con una resistencia al fuego F 90 son puertas y otros dispositivos de cierre construidos de manera que el fuego y el humo no puedan propagarse a otras plantas.
La eficacia de los cierres sólo está asegurada si existe la suficiente extracción de aire y los materiales del camarín son fundamentalmente de la clase A.
El tamaño de las aberturas de aire están fijadas en la normativa correspondiente; en general, se exige una sección de al menos un 2,5 % de la superficie en planta de la caja de ascensor, pero como mínimo 0,1 m².

Acristalamientos F (con reducción de la radiación)	Acristalamiento G (sin reducción de la radiación)
Carga de incendio según curva temporal de temperaturas unitarias 1. El acristalamiento no puede romperse por la carga propia	
2. Se ha de impedir el paso del fuego	2. El acristalamiento ha de seguir siendo eficaz como cerramiento del espacio
— no puede haber llamas en el lado contrario	
— el tapón detenido no puede encenderse o arder	
3. La superficie opuesta al fuego no puede calentarse por encima de 140 K (valor medio) o 180 K (mayor valor unitario)	

ACRISTALAMIENTOS RESISTENTES AL FUEGO según DIN 4102, parte 2 y 5 así como DIN 4102, P. 13

Los acristalamientos resistentes al fuego son elementos constructivos que permiten el paso de luz, compuestos por un marco, uno o varios elementos que dejan pasar la luz (p.e., láminas de vidrio resistentes al fuego), elementos de anclaje, herrajes y juntas, que resisten el fuego 30, 60, 90 o incluso 120 minutos.

Acristalamientos F
Se consideran acristalamientos de protección contra incendios de la clase de resistencia al fuego F (acristalamientos F), los elementos constructivos, horizontales, inclinados o verticales, que dejan pasar la luz y están destinados, en función de su tiempo de resistencia al fuego, a evitar la propagación del fuego y el humo, así como la radiación de calor.
En un ensayo de resistencia al fuego se ha de comprobar además su estabilidad. En caso de incendio, los acristalamientos F se vuelven opacos y se comportan como paredes desde el punto de vista de protección contra incendios.

Acristalamientos G
Se consideran acristalamientos de protección contra incendios de la clase de resistencia al fuego G (acristalamientos G), los elementos constructivos, horizontales, inclinados o verticales, que dejan pasar la luz y están destinados, en función de su tiempo de resistencia al fuego, a evitar la propagación del fuego y el humo, pero no impiden la transmisión de la radiación de calor. En caso de incendio, los acristalamientos G siguen dejando pasar la luz y se comportan como un «cristal».
Los acristalamientos G reducen la temperatura de la radiación de calor transmitida aprox. hasta la mitad. Sin embargo, existen también acristalamientos G-30 que en caso de incendio se vuelven opacos y reducen aún más la temperatura de la radiación de calor transmitida. Debido a la normativa vigente, los acristalamientos G sólo se pueden colocar en lugares que no se han de tener en cuenta desde el punto de vista de la protección contra incendios, por ejemplo, pasos de luz en las paredes de un pasillo que se utiliza como recorrido de evacuación. El canto inferior del vidrio ha de estar, como mínimo, a 1,80 m por encima del pavimento. El permiso para instalar acristalamientos G lo ha de conceder en cada caso particular la autoridad competente.
Los vidrios de protección contra incendios se dividen en dos clases de resistencia al fuego, según la norma DIN 4102.

Protección contra incendios

Tiempo de resistencia al fuego en minutos	Clase de resistencia al fuego Acristalamiento F	Acristalamiento G
≧ 30	F 30	G 30
≧ 60	F 60	G 60
≧ 90	F 90	G 90
≧ 120	F 120	G 120

(1) Vidrios de protección contra incendios

Sistema de ventana/tipo	Clase de resistencia al fuego	Coeficiente K W/m²K	Tipo de vidrio	Espesor vidrio mm	Transmisión de luz %
Tipo PT 30	F 30	4,0	«Pyrostop» Tipo 1/30-10 D	15	82
Tipo PC 30	F 30	3,7	«Contraflam» Tipo 30-18	30	87
Tipo APC 30	F 30	2,3	«Contraflam» Tipo 30-18/Iso	52	77
Tipo PT 60	F 60	2,5	«Pyrostop» Tipo 1/60-D 10	42	70
Tipo PC 90	F 90	2,9	«Contraflam» Tipo 90-28/28	72	84
Tipo PT 90	F 90	2,4	«Pyrostop» Tipo 1/90-D 10	50	67
Tipo APT 90	F 90	2,4	«Pyrostop» Tipo 1/90-D 20	53	65

(2) Acristalamientos de protección contra incendios con ventanas «Pyroterm», resistencia al fuego F

Sistema de ventana/tipo	Clase de resistencia al fuego	Coeficiente K W/m²K	Tipo de vidrio	Espesor vidrio mm	Transmisión de luz %
Ventana «Bemopyr» Tipo PG 90	G 90	5,8	«Pyran»	6,5	90
Tipo PIG 90	G 90	3,2	«Pyran» Vidrio aislante	22	85
Tipo PIG 90	G 90	2,5	«Pyran» Vidrio aislante	22	85

(3) Acristalamiento de protección contra incendios con ventanas «Bemopyr», resistencia al fuego G con vidrio «Pyran»

Acristalamientos P
Para la clase de resistencia al fuego P = puertas, se aplican a los acristalamientos los mismos requisitos que en la clase de resistencia al fuego F. Los marcos de los acristalamientos de protección contra el fuego tienen la misión, junto con los elementos que dejan pasar la luz (vidrios), de garantizar, en caso de incendio, una resistencia al fuego lo más larga posible. Los siguientes materiales (o combinaciones de materiales) han probado su eficacia para construir estos marcos:
Perfiles de tubo de acero con revestimiento de Promatec, cartón-yeso tipo F y madera, por ejemplo, con un revestimiento de LM, perfiles de metal ligero con un núcleo de hormigón resistente al fuego, perfiles compuestos LM, perfiles combinados, perfiles de hormigón visto en el exterior (que se pueda pintar) y en el interior de LM, perfiles de hormigón visto en el exterior (que se pueda pintar), perfiles de madera dura para F 30 y G 30, perfiles de aislamiento térmico con cámara de aire entre el núcleo de hormigón resistente al fuego y las caras exteriores de metal ligero.

→ 🕮

Acristalamientos de protección contra incendios

Acristalamientos con resistencia al fuego tipo «G»

Las posibilidades actuales en el campo de los «acristalamientos G» se componen básicamente de 3 tipos diferentes de vidrio:

– Vidrio armado con una malla soldada a puntos; en caso de colapso, el vidrio se mantiene unido a la malla de alambre. Como máximo G 60/G 90.

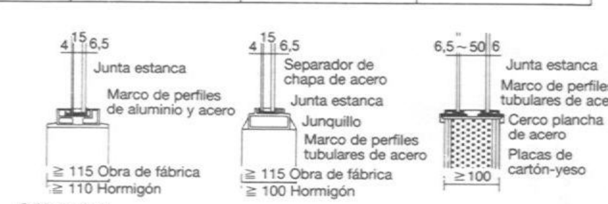
– Combinaciones complejas ESG de vidrio aislante. Como máximo G 60.

– Vidrio de borosilicato pretensado, por ejemplo, vidrio Pyran. Máximo hasta G 120 como vidrio sencillo.
Máximo hasta G 90 como vidrio aislante.

Ámbito de aplicación de los «acristalamientos G»

Se recomienda la colocación de acristalamientos G en las fachadas de edificios altos para evitar la propagación de llamas de una planta a otra. Esto es especialmente válido para rascacielos, subdivididos en sectores de incendios horizontales. En edificios con esquinas interiores se puede evitar una propagación del incendio en la zona de ventanas de la esquina interior mediante un «acristalamiento G». Los «acristalamientos G» pueden aplicarse en todos aquellos casos en los que la normativa contra incendios no exija requisitos más elevados a las aberturas que dejan pasar la luz, por ejemplo, en la zona de los recorridos de evacuación, siempre y cuando el canto inferior esté, al menos, 1,80 m por encima del pavimento.

100 × 180	Muros macizos, con una resistencia al fuego mín. F 30	Empresa «Schott Glas» Empresa Trube & Kings	Válido hasta 31.12.92



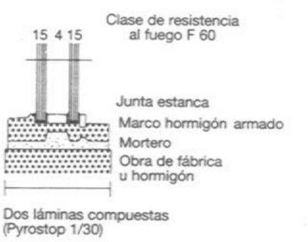
G 30 clase de resistencia al fuego G 60

Clase de resistencia al fuego G 90

Acristalamientos con una resistencia al fuego de clase «F»

Los llamados «vidrios F», además de ser estancos al humo y a las llamas, han de impedir que se propague el incendio por radiación de calor (escudo térmico) durante el tiempo exigido (por ejemplo, F 60 = 60 minutos).

Esto significa que ha de actuar como aislante térmico durante toda la duración de la resistencia al fuego.



(1) Clase de resistencia al fuego F 60



(2) Clase de resistencia al fuego F 90

Ámbito de aplicación de los «acristalamientos F»

Los acristalamientos F se emplean sobre todo en espacios interiores, sin embargo, desde hace poco también existen productos especiales para zonas exteriores.

Los vidrios F se diferencian de los vidrios G, sobre todo, porque además de la resistencia y estabilidad frente al fuego, también reducen en gran medida la transmisión de calor por convección, conducción y radiación.

El vidrio F está formado por dos vidrios pretensados (ESG) de 6 mm, que se prefabrican como una especie de vidrio aislante. La diferencia consiste en que la cámara de aire se sustituye por una capa de sustancia orgánica que contiene agua (gel).

En caso de incendio salta el vidrio de la cara más próxima al fuego y el gel, al expulsar el agua, puede compensar el calor generado. Debido al proceso de combustión en la superficie de la capa de protección contra incendios, se colorea el vidrio y así impide el paso de la radiación térmica.

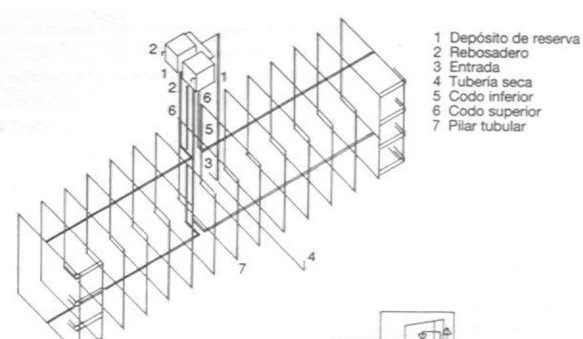
El vidrio F también puede estar formado por 3 o 4 láminas de vidrio de silicatos, entre las que hay capas de protección contra incendios a base de compuestos inorgánicos, que actúan como retardadores de la propagación del incendio.

El propio gel está formado por un polímero al que se ha incorporado una solución salina inorgánica rica en agua.

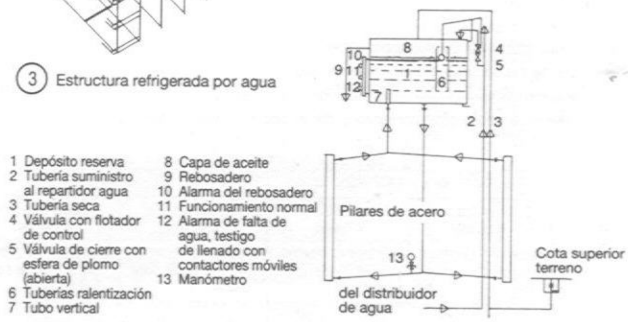
En caso de incendio se forma una capa aislante que reduce el calor y se consume una considerable cantidad de energía en la evaporación de agua. Este proceso se repite, capa a capa, hasta que se ha consumido todo el gel almacenado en las capas intermedias del vidrio. De esta manera se pueden alcanzar resistencias ante el fuego de 30, 60, 90 y más minutos, en función del espesor de las capas de gel. El gel sólo admite temperaturas entre −15 °C y +60 °C.

En función de las temperaturas por encima del límite superior admisible de +60 °C, se ha de decidir en cada caso, según cual sea la orientación de la fachada respecto al sol, si existe el peligro de superar dicha temperatura debido a la absorción de radiación solar por el gel.

Si es necesario, se ha de reducir la intensidad de la radiación solar empleando vidrios de protección solar o elementos que den sombra. Por regla general, estas medidas no son necesarias.



(3) Estructura refrigerada por agua



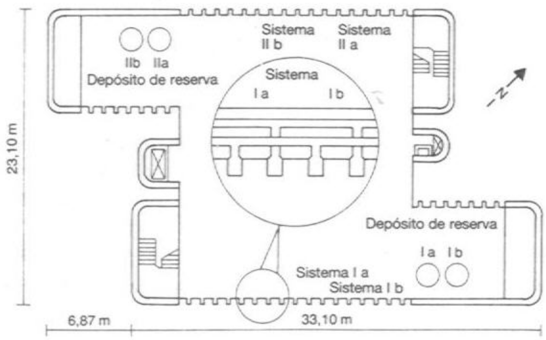
(4) Alzado lateral del sistema de recirculación con el depósito elevado de reserva (no está a escala)

Los sistemas de acristalamiento están formados, por regla general, por perfiles tubulares de acero con aislamiento térmico.

Las superficies de los perfiles pueden recubrirse con aluminio.

La máxima altura de la obra bruta es de 3,50 m, con un tamaño máximo de cada una de las lunas de 1,20 × 2,00 m. Existe la posibilidad de sustituir algunos vidrios por paneles no portantes.

ESTRUCTURAS DE ENTRAMADO DE ACERO REFRIGERADAS POR AGUA



(1) Esquema de la refrigeración de agua

Conectando los extremos superiores de los montantes a las tuberías colectoras y los extremos inferiores a las tuberías de distribución, y estas últimas a un bajante, así como el depósito elevado, se forma un sistema cerrado para la circulación del refrigerante. La organización en planta del edificio, así como la exigencia de la normativa de edificación de que en caso de colapso de un pilar, a consecuencia de una explosión, el sistema de pilares ha de seguir siendo estable, invita a instalar dos grupos (1). Para este caso extremo de catástrofe, es decir, para el colapso de uno de cada dos pilares, se adoptó una solicitación para los pilares del 90 % del límite de fluencia.
En los cuatro depósitos elevados se almacena una reserva de agua de 4×3 m^3 = 12 m^3, que es suficiente para combatir un incendio normal de 90 minutos de duración, suponiendo una propagación a dos plantas y un suplemento de seguridad de un tercio respecto a las reservas establecidas en la normativa. La congelación del refrigerante —ya que los pilares están en el exterior por delante de la fachada— se impide añadiendo carbonato cálcico en una solución de aprox. 33 %. El descenso necesario del punto de congelación se estableció en unos −25 °C; la temperatura más baja registrada en Karlsruhe ha sido de −23 °C.
En el nuevo edificio del Instituto para Protección del Medio Ambiente de Karlsruhe, de diez plantas de altura (12 + 12) × 2 = 48 pilares de acero se refrigeran con agua; la refrigeración de los pilares se realiza alternativamente a través de dos circuitos de agua independientes, cada uno de ellos para 12 + 12 pilares. Los sistemas correspondientes a la fachada frontal y posterior están separados. La corrosión interior de los pilares de las tuberías de circulación y de los depósitos elevados se impide añadiendo nitrito cálcico al refrigerante.
En los elementos de acero ya se han medido temperaturas muy elevadas. Para un calentamiento de 30 °C los pilares exteriores, de casi 33 m de altura, se dilatarían unos 12 mm, lo que provocaría deslizamientos en el apoyo de los forjados que hay que tener en cuenta. Como en el refrigerante aparecen diferencias de densidad al calentarse, no sólo a causa de un incendio, sino también por la radiación solar, en este último caso también se ha de activar la circulación para refrigerar los pilares expuestos a la radiación solar. Es conveniente también que cada uno de los cuatro sistemas de refrigeración cubra pilares en la cara sur y en la cara norte, para poder equilibrar la temperatura. Por ello, para dimensionar los forjados se ha establecido un margen de temperaturas para los pilares entre −15 °C y +50 °C. Sin la igualación por el refrigerante, se debería haber supuesto un margen entre −25 °C y +80 °C.

Resistencia al fuego de los elementos constructivos de acero
El tiempo de resistencia al fuego de los elementos constructivos de acero, dada una determinada solicitación de incendio (por ejemplo, según DIN 4102, parte 2.ª) depende del calentamiento y de la correspondiente «temperatura crítica» del elemento constructivo. La temperatura de un elemento constructivo de acero crece tanto más rápidamente cuanto mayor sea la superficie expuesta al fuego en relación a la sección de acero. Por consiguiente, las grandes secciones de acero experimentan, dado el mismo espesor de revestimiento con idéntico material y una superficie expuesta a las llamas igual, un calentamiento más lento. Por lo tanto, tienen un tiempo de resistencia al fuego mayor que las secciones con menos masa. Por ello, para determinar la velocidad de calentamiento, tiene tanta importancia el factor de perfilería U/A, es decir, la relación entre la superficie expuesta a las llamas respecto a la sección nominal. También influyen en el calentamiento las características del revestimiento y su adherencia a la superficie de acero. La evolución del calentamiento se puede calcular matemáticamente, o a través de ensayos de comportamiento ante el fuego, según DIN 4102, parte 2.ª. Los elementos constructivos de acero se pueden colapsar si se alcanza la «temperatura crítica del acero» en una parte fundamental de su sección. Para el acero 37 y el acero 52 se puede suponer, agotando una tensión de 160 N/mm^3, una temperatura crítica del acero de 500 °C. La duración de la resistencia al fuego se obtiene a partir del tiempo que tarda en calentarse el elemento constructivo hasta alcanzar la temperatura crítica del acero.
Se ha analizado la relación entre el factor de perfilería, grosor del revestimiento y duración de la resistencia ante el fuego de los pilares de acero para diferentes formas de revestimiento.

Cálculo del factor de perfilería
El factor de perfilería U/A, según DIN 4102 parte 4.ª (edición 1980), tan importante para el calentamiento, tiene la dimensión 1/m. Se ha de calcular de la siguiente manera:
1. Cuatro caras expuestas a las llamas con revestimiento siguiendo la forma del perfil. En general vale la fórmula:

$$\frac{U}{A} = 10 \cdot \frac{U}{A}, \text{ donde}$$

U es la superficie (exterior) del revestimiento en m^2/m y A la sección nominal en cm^2.

Espesor mínimo del revestimiento d (mm)					
U/A [1/m]	F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A
<90	20*	20*	30	40	55
90-119	20*	25*	35	45	65
120-179	20*	25*	40	50	75
180-300	20*	35*	50	55	95

* espesor mínimo por motivos de estabilidad

(3) Revestimiento mínimo para vigas de acero con placas de protección contra incendios de fibras minerales «GP»

2. Cuatro caras expuestas a las llamas con revestimiento en forma de caja.

$$\frac{U}{A} = 10 \cdot \frac{2h + 2b}{A}, \text{ siendo}$$

h y b la altura y el ancho de la sección de acero del perfil en cm.

3. Tres caras expuestas a las llamas con revestimiento siguiendo la forma del perfil. El ejemplo típico es un pilar de acero con una placa de hormigón superpuesta. En general vale la fórmula:

$$\frac{U}{A} = 10 \cdot \frac{U - b/10}{A}$$

En las jácenas, el ala enfrentada al fuego es la que más se calienta. Por ello, se ha de calcular un valor modificado de U/A para el ala de las vigas; por ejemplo, para perfiles I se calcula de forma simplificada a partir de la fórmula:

$$\frac{U}{A \text{ mod}} = \frac{100}{t}, \text{ siendo}$$

t el espesor del ala en cm.
Si uno de los dos valores U/A o (U/A) mod es más desfavorable (mayor), el colapso se suele producir cuando se alcanza el mayor valor de los dos.
4. Cuatro caras expuestas a las llamas con revestimiento en forma de caja. También aquí, un pilar de acero con una placa de hormigón superpuesta es un ejemplo típico

$$\frac{U}{A} = 10 \cdot \frac{2h + 2b}{A}$$

Altura nominal	Perfiles IP según DIN 1025, Hj. 5				Perfiles IPEo				Perfiles IPEv			
	Expuestos por 3 caras		Expuestos por 4 caras		Expuestos por 3 caras		Expuestos por 4 caras		Expuestos por 3 caras		Expuestos por 4 caras	
	Siguiendo el perfil	Forma de capa	Siguiendo el perfil	Forma de caja	Siguiendo el perfil	Forma de caja	Siguiendo el perfil	Forma de caja	Siguiendo el perfil	Forma de caja	Siguiendo el perfil	Forma de caja
80	385	270	429	330								
100	351	248	388	301								
120[*]	317[1]	230	360	279								
140[*]	291	215	336	260								
160[*]	269	200	310	241								
180[*]	254	189	292	227	226	168	260	202				
200[*]	234	175	269	210	212	158	243	190				
220	221	165	254	198	199	149	229	179				
240[*]	205	153	236	184	185	139	213	167				
270[*]	197	147	227	176	170	127	195	152				
300[*]	188	139	215	167	162	121	186	145				
330[*]	175	131	200	157	153	114	175	137				
360[*]	163	122	186	146	142	107	163	127				
400[*]	152	116	173	137	135	103	153	122	122	93	139	110
450[*]	143	110	162	130	120	94	138	110	110	84	124	99
500[*]	133	103	150	121	114	89	128	103	96	75	109	88
550	124	98	140	113	107	85	121	99	84	67	95	77
600[*]	115	91	129	105	93	73	104	85	79	63	88	72

[*] Se recomienda el empleo de estos perfiles (lista de perfiles DStV)
[1] Para estos perfiles y para los más pequeños se ha de utilizar la fórmula 3a para calcular el factor U/F

(2) Factor de perfilería U/A [1/m] para cálculos de protección contra incendios

COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS ANTE EL FUEGO

DIN 4102 → 📖

Generalidades
Según la norma DIN 4102 se consideran elementos constructivos las paredes, forjados, pilares, jácenas, escaleras, etc.
Como elementos constructivos especiales (elementos con requisitos particulares en cuanto a protección contra incendios) se consideran: medianeras, muros de cerramiento exterior no portantes, cierres cortafuegos (puertas, portones y trampillas), cierres en cajas de ascensores de resistencia al fuego F 90, acristalamiento de resistencia al fuego G, canalizaciones de aire climatizado y cubriciones.

Concepto del tiempo de duración de la resistencia al fuego
El comportamiento ante el fuego de los elementos constructivos y de los elementos constructivos especiales se caracteriza por el tiempo que dura su resistencia al fuego, durante el cual no pueden perderse las funciones del elemento correspondiente (p.e., de cerramiento, estructural). Los elementos constructivos se clasifican en varias clases de resistencia al fuego, según cual sea el tiempo durante el que resisten al fuego.

Tiempo de resistencia al fuego	≧ 30	≧ 60	≧ 90	≧ 120	≧ 180
Elementos constructivos	F 30	F 60	F 90	F 120	F 180
Muros exteriores no portantes	W 30	W 60	W 90	W 120	W 180
Cerramientos de protección contra incendios	P 30	P 60	P 90	P 120	P 180
Acristalamientos	G 30	G 60	G 90	G 120	G 180
Tuberías y canalizaciones de climatización	L 30	L 60	L 90	L 120	-
Compuertas cortafuego en canalizaciones de climatización	K 30	K 60	K 90	-	-

(1) Resistencia al fuego de los elementos constructivos DIN 4102, P. 2.ª, 3.ª, 5.ª y 6.ª.

Las medianeras no se clasifican en clases de resistencia al fuego. Han de estar construidas con materiales de clase A y satisfacer como mínimo los requisitos de la clase de resistencia al fuego F 90 (si es necesario, se han de aportar los certificados de idoneidad).
Para conseguir una identificación completa de los elementos constructivos según DIN 4102, detrás de la clase de resistencia al fuego se indica también la clase de los materiales empleados. Resultan las siguientes denominaciones:

	1	2	3	4	5
Fila	Resist. al fuego según tabla 1	Clase de material, según DIN 4102 P.1.ª, de los materiales empleados en el elemento constructivo homologado Partes fundamentales[1)]	Restantes elementos no incluidos en la columna 2	Denominación[2)] Elementos constructivos de	Denominación abreviada
1		B	B	Resistencia al fuego F 30	F 30-B
2	F 30	A	B	Resistencia al fuego F 30 y en las partes fundamentales de materiales incombustibles[1)]	F 30-AB
3		A	A	Resistencia al fuego F 30 y de materiales incombustibles	F 30-A
4		B	B	Resistencia al fuego F 60	F 60-B
5	F 60	A	B	Resistencia al fuego F 30 y en las partes fundamentales de materiales incombustibles[1)]	F 60-AB
6		A	A	Resistencia al fuego F 60 y de materiales incombustibles	F 60-A
7		B	B	Resistencia al fuego F 90	F 90-B
8	F 90	A	B	Resistencia al fuego F 90 y en las partes fundamentales de materiales incombustibles[1)]	F 90-AB
9		A	A	Resistencia al fuego F 90 y de materiales incombustibles	F 90-A
10		B	B	Resistencia al fuego F 120	F 120-B
11	F 120	A	B	Resistencia al fuego F 120 y en las partes fundamentales de materiales incombustibles[1)]	F 120-AB
12		A	A	Resistencia al fuego F 120 y de materiales incombustibles	F 120-A
13		B	B	Resistencia al fuego F 180	F 180-B
14	F 180	A	B	Resistencia al fuego F 180 y en las partes fundamentales de materiales incombustibles[1)]	F 180-AB
15		A	A	Resistencia al fuego F 180 y de materiales incombustibles	F 180-A

1) A las partes fundamentales pertenecen:
a) todas las partes portantes y aquellas no portantes que garantizan su estabilidad (p.e., estructura de perfiles de un tabique de paneles prefabricados),
b) en elementos de cerramiento exterior, una capa continua en el plano del elemento, que en un ensayo, según esta norma, no puede colapsar.
Esta capa ha de tener un espesor mínimo de 50 mm en los forjados, se admiten espacios huecos en el interior de esta capa.
Al valorar el comportamiento ante el fuego de los materiales de construcción no hace falta considerar las capas superficiales de recubrimiento o de acabado.
2) Esta denominación se refiere sólo a la capacidad de resistencia al fuego del elemento constructivo; no se consideran los requisitos aplicables a los acabados o revestimientos del elemento.

(2) Denominación de las clases de resistencia al fuego

Materiales de construcción
La norma DIN 4102 establece los requisitos de protección contra incendios que han de satisfacer los materiales de construcción. Con esto se posibilita la clasificación de los materiales de construcción en función de su comportamiento ante el fuego.
Según esta norma, los materiales de construcción son planchas, tableros, láminas, materiales compuestos, revestimientos, capas aislantes, imprimaciones, tubos y accesorios.

Clases de materiales de construcción
Los materiales de construcción se clasifican en las siguientes clases, en función de su comportamiento ante el fuego:

Clase de material	Características
A	Materiales incombustibles
A1	sin certificado
A2	con certificado
B	Materiales combustibles
B1	altamente inflamables
B2	regularmente inflamables
B3	ligeramente inflamables

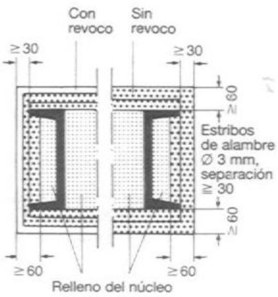
(3) Clasificación de los materiales de construcción

La tabla contiene
— los materiales clasificados según DIN 4102, que pueden incluirse sin más en la clase indicada (cl. B)
— los materiales, que debido a la normativa vigente, se han de clasificar en determinados grupos. El cumplimiento se suele demostrar con un certificado.
— los materiales de la clase A y B1, para los que hasta ahora se expedían garantías, que generalmente proporciona el fabricante.

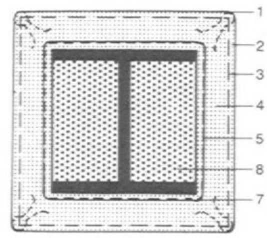
Materiales	Clase	Certificado	Caracterización
Arena, grava, limos, arcilla, piedras naturales, minerales, tierras, escorias de lava, pómez natural	A1	cl. B	no
Fibras minerales sin aditivos orgánicos	A1	cl. B	no
Planchas, mantas, fieltros y láminas de fibras minerales	A1/2 B1 B2	garantía garantía certif.	sí sí sí
Placas de protección contra incendios «Palusol» 100 y 210	A2	garantía	sí
Cemento, cal, yeso anhidro, escorias y pómez de altos hornos, arcilla expandida, pizarra expandida, perlita, vermiculita	A1	cl. B	no
Mortero, hormigón, hormigón armado y pretensado, piedras y placas de elementos minerales	A1	cl. B	no
Hormigón con «Styropor» y «Hostapor»	A2	garantía	sí
Ladrillos, piedra natural, placas cerámicas	A1	cl. B	no
Vidrio, vidrio celular	A1	cl. B	no
Planchas, mantas y fieltros de fibra de vidrio	A1/2 B1 B2	garantía garantía certif.	sí sí sí
Plexiglás	B1	garantía	sí
Planchas de yeso para paredes y techos[1)]	A1	cl. B	no
Planchas de cartón-yeso GKF y GKB, planchas de fibra de yeso	A2	garantía	sí
Planchas de cartón-yeso según DIN 18180[2)]	B1	cl. B	sí
Planchas de cartón-yeso compuestas DIN 18184	B1 B2	garantía cl. B	sí sí
Fibrocemento sin aditivos orgánicos	A1	cl. B	no
Planchas de fibrocemento revestidas y planchas de fibrocemento y celulosa	A2	garantía	sí
Cartón y papel de asbesto, según DIN 3752	B1	cl. B	sí
Metales y aleaciones no homogéneas como hierro colado, excluidos acero y aluminio	A1	cl. B	no
Metales alcalinos	A2	garantía	sí
Planchas de acero cincadas y revestidas	B1	garantía	sí
Tableros ligeros de lana mineral según DIN 1101	B1	cl. B	sí
Placas ligeras de varias capas según DIN 1104 P. 1.ª	B1 B2	garantía cl. B	sí sí
Madera y derivados normalizados en general con e > 2 mm y ρ ≧ 400 kg/cm³ o con e > 5 mm y ρ ≧ 230 kg/cm³ o con e > 2 mm y chapado en toda la superficie o tableros prensados, según DIN 16926, tableros de fibra de madera revestidos con materiales sintéticos según DIN 68751 con e ≧ 3 mm, tableros aglomerados con revestimiento sintético según DIN 68765 con e ≧ 4 mm	B2	cl. B	sí[3)]
Tableros chapados y tableros aglomerados	A1	garantía	sí
Revestidos o sin revestir	B1	garantía	sí
Planchas de material sintético inyectado por capas, DIN 16926 Tableros de material sintético de PVC, según DIN 16927, así como de PMMA vertido según DIN 16957, esta última sólo con e ≧ 2 mm	B2	cl. B	sí
Masas conformadas de material sintético, sin espuma, de PS según DIN 7741 P.1.ª con e ≧ 2 mm PP-B-M según DIN 16774 P.1.ª con e ≧ 1,4 mm PE según DIN 16776 P.1.ª con e ≧ 1,4 mm UP según DIN 16946 P.1.ª con e ≧ 1,6 mm	B2	cl. B	sí
Otras planchas de material sintético	B2	certif.	sí
Planchas sintéticas de todo tipo	B1	garantía	sí
Tubos y accesorios de PVC duro, espesor de la pared 3,2 mm	B1	cl. B	sí
de PVC duro, PP, PE duro, ABS y ASA	B2	cl. B	sí
Tubos de otros plásticos	B2	certif.	sí
Tubos de plástico de todo tipo	B1	garantía	sí
Material para sellar juntas según DIN 52460 sobre una base de PUR, SR, SI o acrílica, entre materiales de construcción, al menos de la clase B2	B2	cl. B	sí
Tejidos y láminas de materiales sintéticos	B2	garantía	sí
Tejidos de algodón, revocos sintéticos de fachadas	B1	certif.	sí
Materiales de espuma sintética según DIN 18164 y 18159, materiales aislantes con fibras vegetales según DIN 18165	B2	certif.	sí
Productos de corcho	B1	garantía	sí
Revestimientos de suelo de PVC según DIN 16951 y DIN 16952, encolados, planchas de vinilo y asbesto según DIN 16950	B2	cl. B	sí
Igual que antes, pero encolados sobre una base maciza mineral	B1	cl. B	sí
Revestimientos de linóleo según DIN 18171 y 18173, revestimientos textiles según DIN 66090, asfalto	B2	cl. B	sí
Parqué de roble según DIN 280 P. 1.ª a 3.ª	B1	cl. B	sí
Otros revestimientos de suelo	B2	certif.	sí
Cartones para cubiertas y láminas de impermeabilización según DIN 18190, 52121, 52128, 52130, 52131, 52140 y 52143[4)]	B2	cl. B	sí

1) Los dispositivos de amortiguación acústica han de ser igualmente incombustibles.
2) El revestimiento posterior de las placas perforadas de cartón-yeso ha de ser también difícilmente inflamable.
3) Las placas de madera y derivados con ρ ≧ 400 kg/m³ y e > 2 mm no necesitan caracterización.
4) Los cartones de cubierta y láminas de impermeabilización indicadas se consideran «combustiblemente irrelevantes» (→ Directrices para el empleo de materiales combustibles en la edificación - RbBH).

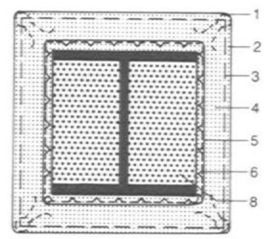
(4) Combustibilidad de los materiales de construcción



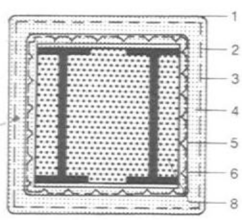
(1) Pilar de acero, revestimiento F 90



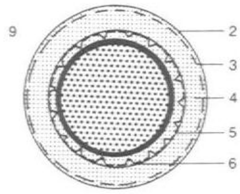
(2) Variante F 90 → (6)



(3) F 90 → (6)



(4) Pilar doble F 90 → (6)



(5) Pilar redondo → (6)

1: protección de los cantos; 2: ≧ 5 mm de revoco de cal o mixto de cal y cemento, grupo I o II según DIN 18550; 3: tela metálica; 4: ≧ 35 mm de revoco de cemento y vermiculita; 5: alambre de unión; 6: plancha metálica estirada y nervada; 7: plancha metálica estirada y redondos de acero ≧ 5 mm como separadores; 8: núcleo hormigonado, o rellenado con obra de fábrica, hasta 1,5 m por encima del suelo como mínimo; 9: perforaciones en los perfiles circulares de acero rellenados con hormigón y aberturas en el revestimiento.

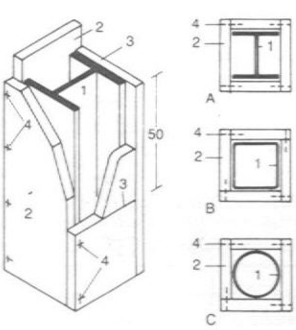
(6) Leyenda de (2) – (5)

Las siguientes estructuras protegidas contra el fuego, ofrecen el suplemento necesario para poder construir con elementos prefabricados de acero y de madera.

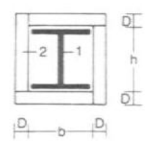
Para los pilares y jácenas de acero se emplean los siguientes revestimientos en forma de caja, cuyo espesor depende de la sección del perfil y de la resistencia al fuego exigida.

La norma DIN 4102 establece que el espesor necesario del revestimiento, para alcanzar una determinada resistencia al fuego, se puede calcular a partir de la relación U/A → (8).

Los valores calculados sólo son válidos para el elemento completo (pilar o jácena de acero) y no se pueden aplicar a otros elementos constructivos.



(7) Colocación del revestimiento → (8)



1: pilar de acero IPBv 200 (= HEM 200)
2: revestimiento de PROMATECT®
h = alt. perfil = 200 mm } med. inter.
b = anch. perfil = 206 mm } del revestim.
U = 2 × h + 2 × b = 852 mm
= revestimiento interior
F = 131 cm^2 = sección nominal del pilar de acero (F ≃ A)
D = espesor del revestimiento de protección contra el fuego

(8) Datos para el ejemplo de cálculo

La relación U/A tiene la dimensión $\frac{1}{m}$ o m^{-1} y puede calcularse igual que el siguiente ejemplo:

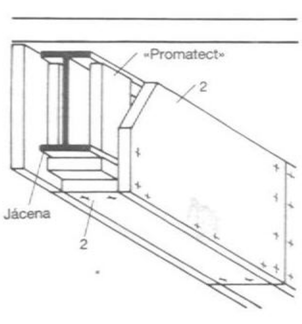
$$\frac{U}{A} = \frac{2h + 2b}{A} = \frac{2 \times 220 + 2 \times 206 \text{ mm}}{131 \text{ cm}^2}$$

$$\frac{852 \text{ mm}}{131 \text{ cm}^2} = \frac{0{,}852 \text{ m}}{0{,}0131 \text{ m}^2} = 65 \cdot \frac{1}{m}$$

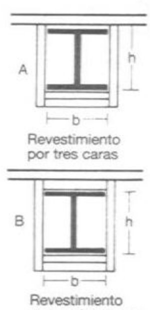
De esto se deduce que se puede alcanzar la resistencia ante el fuego F 90–A, según la tabla (9), con el pilar de acero elegido y un revestimiento de PROMATECT®–H de 15 mm de espesor, ya que el valor de U/A calculado $65 \cdot \frac{1}{m}$ es menor que el indicado en la tabla $71 \cdot \frac{1}{m}$

Tipo de placa		«Promatec»–H			
Espesor de la placa (mm)		10	12	15	20
Clase de resist. al fuego	F 30–A	≦ 248	≦ 260	≦ 288	≦ 300
	F 60–A	≦ 122	≦ 146	≦ 180	≦ 230
	F 90–A		≦ 34	≦ 71	≦ 129
	F 120–A	Series homologadas			
	F 180–A				
Tipo de placa		«Promatec» L			
Espesor de la placa (mm)		20	25	30	40
Clase de resist. al fuego	F 30–A	≦ 278	≦ 300	≦ 300	≦ 300
	F 60–A	≦ 278	≦ 300	≦ 300	≦ 300
	F 90–A	≦ 198	≦ 238	≦ 271	≦ 300
	F 120–A	≦ 248	≦ 260	≦ 288	≦ 300
	F 180–A		≦ 56	≦ 108	≦ 184

(9) Espesor del revestimiento de pilares de acero

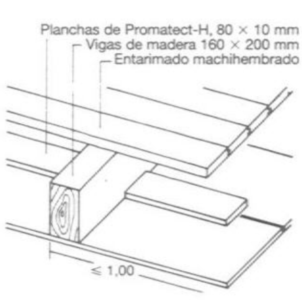


(10) Jácena de acero F 30-A – F 180-A

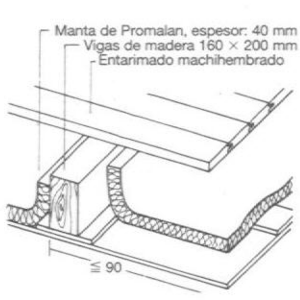


Clase de resist. al fuego		Promatect-H y Promatect-L, espesores mínimos del revestimiento 6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	55
F 30-A	H	≤ 165	≤ 275	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L		≤ 177	≤ 290	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 60-A	H	≤ 54	≤ 87	≤ 115	≤ 145	≤ 205	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L			≤ 79	≤ 122	≤ 200	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 90-A	H			≤ 61	≤ 77	≤ 105	≤ 160	≤ 225	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L				≤ 57	≤ 94	≤ 159	≤ 250	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 120-A	H					≤ 66	≤ 99	≤ 139	≤ 185	≤ 240	≤ 290	≤ 300	≤ 300	≤ 300
	L					≤ 55	≤ 95	≤ 145	≤ 215	≤ 290	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
F 180-A	H						≤ 50	≤ 73	≤ 95	≤ 122	≤ 145	≤ 179	≤ 215	≤ 300
	L						≤ 45	≤ 68	≤ 99	≤ 135	≤ 175	≤ 215	≤ 260	≤ 300

(11) Espesor del revestimiento de jácenas de acero



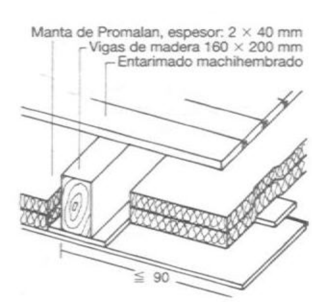
(12) Forjado de vigas de madera F 30-B



(13) Forjado de vigas de madera F 60-B

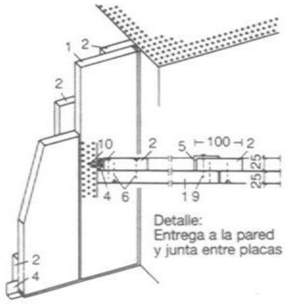


(14) Forjado de vigas de madera F 90-B (sin aislamiento térmico)

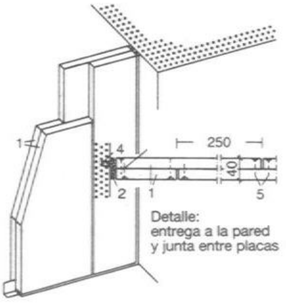


(15) Forjado de vigas de madera F 90-B (con aislamiento térmico)

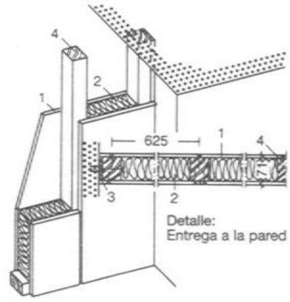
COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS ANTE EL FUEGO DIN 4102 →



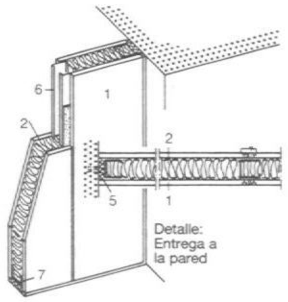
(1) Tabique ligero de placas de fibras de silicatos F 30-A



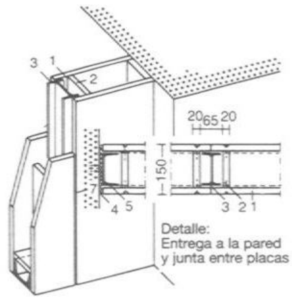
(2) Tabique estable de placas de fibras de silicatos F 90-A



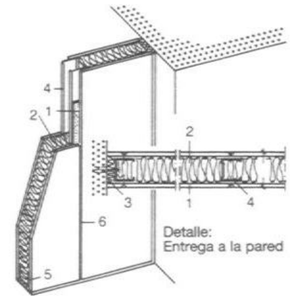
(3) Tabique con montantes de madera F 30-B



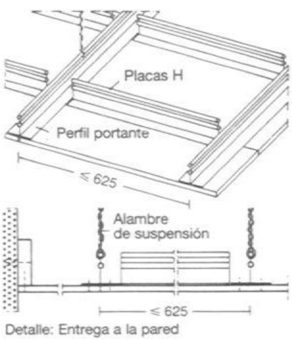
(4) Tabique estable de placas de fibras de silicatos con montantes a base de perfiles C, F 90-A



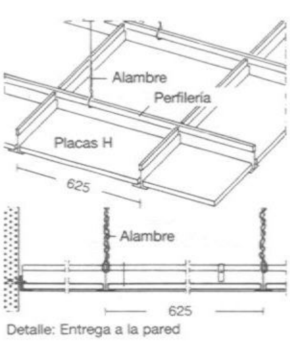
(5) Pared portante de entramado de acero, revestida con placas de fibras de silicatos F 90-A



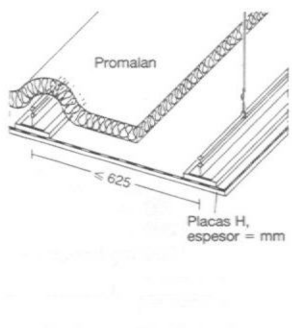
(6) Elemento de pared exterior con aislamiento térmico, T 90



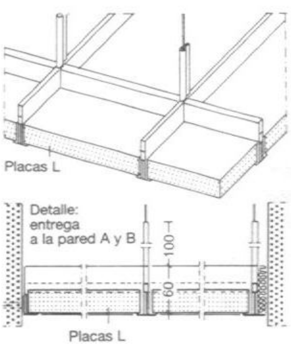
(7) Falso techo estable de fibras de silicato F 90-A



(8) Falso techo de fibras de silicato, apoyado sobre la perfilería, F 90-A



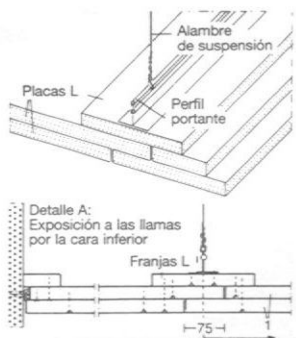
(9) Falso techo estable de fibras de silicato, en espacios húmedos, F 90-A



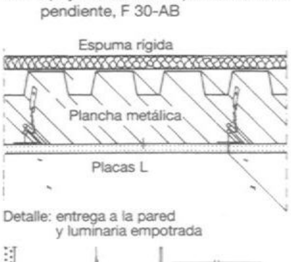
(10) Falso techo de fibras de silicato, apoyado sobre la perfilería, independiente, F 30-AB



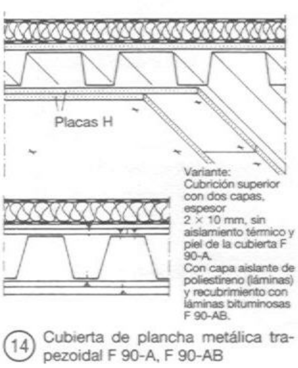
(11) Falso techo estable de placas de fibras de silicato F 30-A



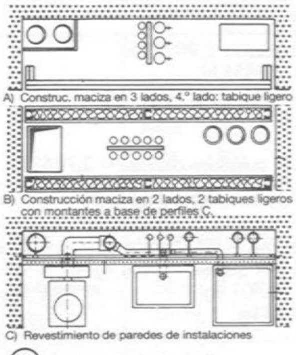
(12) Falso techo de tabique ligero de placas de fibras de silicatos F 90-A



(13) Cubierta de plancha metálica trapezoidal (falso techo de placas de fibras de silicato) F 30-AB



(14) Cubierta de plancha metálica trapezoidal F 90-A, F 90-AB



(15) Conductos de instalaciones

Leyenda

→ (1)
1. Planchas–L de fibras de silicato d = 25 mm
2. Cintas L de fibras de silicato b ≧ 100 mm
3–4. Angular de chapa de acero 40/20/1
5. Perfil L 45/25/5;
6–9. Tornillos
10. Espiga metálica roscada

→ (2)
1. Planchas–H de fibras de silicato d = 20 mm
2. Junta sellada con espuma
3. Angular de chapa de acero 40/20/1
4. Espiga metálica roscada
5. Tornillo 3,9 × 35 A = 250 mm

→ (3)
1. Planchas–H de fibras de silicato d = 8 mm
2. Promalon, densidad aprox. 35 kg/m³; d = 50 mm
3. Junta sellada
4. Montantes de madera ≧ 55 × 55 mm

→ (4)
1. Planchas–H de fibras de silicato d = 15 mm
2. Promalon, densidad aprox. 35 kg/cm³; d = 50 mm
5. Espuma prensada d = 20 mm
6. Montante, perfil C; separación 62,5 cm
7. Perfil de techo U 40/50/40

→ (5)
1. Planchas–H de fibras de silicato d = 20 mm
2. Cinta H, b ≧ 110, d = 20 mm
3. Perfil de acero IPE 100
4. Junta sellada

→ (6)
1. Planchas–H de fibras de silicato d = 8 mm
2. Planchas de Promalon, densidad aprox. 35 kg/m³;
d = 50 mm
3. Espuma prensada d = 20 mm
4. Montante, perfil C; sep. 62,5 cm
5. Perfil de techo U 40/50/40
6. Junta a tope entre planchas



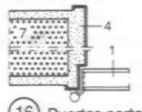
Detalle A:
Puerta de protección contra el fuego en tabiques ligeros
P 90

(1) Hoja de la puerta, espesor: 45 mm
(2) Cabio de obturación a toda altura, máximo 3000 mm
(3) Revestimiento, madera maciza
(4) Perfil de protección del canto
(5) Franja H
(6) Pared F 90-A
Estructura n.° 450.41
(7) Paneles de pared, cualquier tipo de acabado



Detalle B:
Puerta retardadora del fuego para paredes macizas
P 60

(1) Hoja de la puerta
a) P 60-1, espesor = 40 mm
b) P 90-1-A, espesor = 45 mm
c) P 90-1-B, espesor = 50 mm
(2) Cabio de obturación
(3) Revestimiento
(4) Cerco de acero
(5) Perfil de protección del canto
(6) Junta sellada
(7) Pared maciza



Detalle C:
Puerta resistente al fuego en paredes macizas con cercos de acero
P 90

(16) Puertas cortafuegos

Protección contra incendios

→ P. 549

La convención métrica del 20 de mayo de 1875 tuvo por objeto la elaboración y comparación de los nuevos patrones, el **metro** y el **kilogramo**, con otras unidades utilizadas en distintos países.
Al sistema métrico se han afiliado: Alemania, Austria, Hungría, Bélgica, Países Bajos, Dinamarca, España, Francia, Italia, Portugal, Rusia, Suecia, Noruega, Suiza, Turquía, República Argentina, Estados Unidos de América, Perú, Venezuela, Rumanía, Gran Bretaña, Japón, México, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, Luxemburgo, Nicaragua, Paraguay, El Salvador, Uruguay y Yugoslavia.

Medidas y pesos métricos

Medidas de longitud	La unidad es el metro (m) = diezmillonésima parte del cuadrante de un meridiano terrestre (es decir, el camino más corto entre el polo y el ecuador)	
	1 km (kilómetro)	1000 m
	1 m (metro)	10 dm
	1 dm (decímetro)	10 cm
	1 cm (centímetro)	10 mm (milímetros)
Medidas de superficie	1 km^2 (kilómetro cuadrado)	100 ha
	1 ha (hectárea)	100 a
	1 a (área)	100 m^2
	1 m^2 (metro cuadrado)	100 dm^2
	1 dm^2 (decímetro cuadrado)	100 cm^2
	1 cm^2 (centímetro cuadrado)	100 mm^2
Medidas de volumen	1 m^3 (metro cúbico)	1000 dm^3
	1 dm^3 (decímetro cúbico) o litro	1000 cm^3
	1 cm^3 (centímetro cúbico)	1000 mm^3
Medidas de capacidad	1 m^3 (metro cúbico)	10 hl
	1 hl (hectolitro)	100 l
	1 l (litro)	0,001 m^3
Pesos	1 t (tonelada)	10 q (1000 kg)
	1 q (quintal métrico)	100 kg
	1 kg (kilogramo)	1000 g
	1 g (gramo)	1000 mg (miligramo)

Medidas y pesos no métricos

Medidas de longitud	1 grado ecuatorial	111,3	km
	1 grado meridiano	111,12	km
	1 milla alemana	7,5	km
	1 milla geográfica nueva (15 = 1 grado ecuatorial)	7,42	km
	1 milla náutica alemana (60 = 1 grado meridiano)	1,852	km
	1 cable (120 brazas)	0,22	km
	1 braza	1,829	m
	1 ana prusiana	0,666	m
	1 vara prusiana (12 pies)	3,766	m
	1 pie prusiano (12 pulgadas)	0,3139	m
	1 pulgada prusiana	2,615	cm
Medidas de superficie	1 milla geográfica cuadrada	55,0629	km^2
	1 yugada prusiana (180 varas prusianas cuadradas)	0,2533	ha
	1 vara prusiana cuadrada	14,0185	m^2
	1 peonada bávara (400 varas bávaras cuadradas)	0,3407	ha
	1 vara bávara cuadrada	8,5175	m^2
	1 pie prusiano cuadrado	0,0985	m^2
Medidas de volumen	1 vara prusiana cúbica	53,423	m^3
	1 brazada (108 pies cúbicos)	3,339	m^3
	1 cúbico	0,031	m^3
Medidas de capacidad	1 fanega prusiana	0,54	hl
	1 fanega bávara	2,22	hl
	12 fanegas (malter)	1,5	hl
	1 tonelada náutica	2,21	m^3
Pesos	1 quintal	50,00	kg
	1 libra (30 medias onzas)	500,00	g
	1 libra prusiana antigua	0,4677	kg
	1 media onza (10 medias dracmas)	16,66	g
	1 quilate	0,2	g

Sistema anglosajón de medidas y pesos

Medidas de longitud	1 milla náutica (nudo) = 6080 pies = 1,8532 km
	1 milla estatuaria = 8 furlongs = 8 × 220 yardas = 1760 × 3 pies = 1,6093 km
	1 milla inglesa normal (londonmile) = 5000 pies = 1,5239 km
	1 fathom = 2 yardas = 6 pies = 72 pulgadas = 1,8287 m
	1 yarda = 3 pies = 36 pulgadas = 0,9144 m
	1 pie (foot, ft) = 12 pulgadas = 0,3048 m
	1 pulgada (inches) = 25,399 mm
Medidas de superficie	1 milla cuadrada (sq. mile) = 640 acres = 2,59 km^2
	1 acre = 160 poles cuadrados = 4840 yardas cuadradas = 40,4685 a
	1 pole cuadrado = 25,293 m^2
	1 yarda cuadrada = 9 pies cuadrados = 0,8361 m^2
	1 pie cuadrado = 144 pulgadas cuadradas = 0,0929 m^2
	1 pulgada cuadrada = 6,4516 cm^2
Medidas de volumen	1 register ton = 100 pies cúbicos = 2,832 m^3
	1 ocean ton = 40 pies cúbicos = 1,1327 m^3
	1 yarda cúbica (cu. yd.) = 27 pies cúbicos = 0,7646 m^3
	1 pie cúbico (cu. ft.) = 1728 pulgadas cúbicas = 0,0283 m^3
	1 pulgada cúbica (cu. in.) = 16,387 cm^3
Medidas de capacidad	1 imperial quarter = 8 bushel = 2,90789 hl
	1 bushel = 8 galones = 0,3635 hl
	1 galón imperial = 4 quarts = 4,5435 l
	1 quart = 2 pintas = 1,14 l
	1 pinta = 0,56 litros
	1 galón americano = 231 pulgadas cúbicas = 3,7852 l
Pesos	1 tonelada (long ton) = 20 hundred weight = 20 × 4 quarters = 80 × 28 = 1016,0471 kg
	1 tonelada marina (short ton) = 2000 libras = 907,1853 kg
	1 hundred weight (cwts) = 4 quarter = 50,8 kg
	1 quarter = 2 stones = 12,701 kg
	1 stone = 14 libras = 6,35 kg
	1 libra = 16 onzas = 0,4536 kg
	1 onza = 0,0284 kg

Temperaturas

Grados Celsius (°C) = $^5/_9$(°F − 32) = $^5/_4$ °R
Grados Reaumur(°R) = $^4/_5$°C = $^4/_9$(°F − 32)
Grados Fahrenheit(°F) = $^9/_5$°C + 32 = $^9/_4$°R + 32
0°C = 273,15 °Kelvin

Tabla de conversión:

°C	= °R	= °F
− 40	−32	− 40
− 35	−28	− 31
− 30	−24	− 22
− 25	−20	− 13
− 20	−16	− 4
− 17,8	−14,2	0
− 15	−12	+ 5
− 10	− 8	+ 14
− 5	− 4	+ 23
0	0	+ 32
+ 5	+ 4	+ 41
+ 10	+ 8	+ 50
+ 15	+12	+ 59
+ 20	+16	+ 68
+ 25	+20	+ 77
+ 30	+24	+ 86
+ 35	+28	+ 95
+ 40	+32	+104
+ 45	+36	+113
+ 50	+40	+122
+ 55	+44	+131
+ 60	+48	+140
+ 65	+52	+149
+ 70	+56	+158
+ 75	+60	+167
+ 80	+64	+176
+ 85	+68	+185
+ 90	+72	+194
+ 95	+76	+203
+100	+80	+212

EQUIVALENCIA ENTRE LAS MEDIDAS DEL SISTEMA MÉTRICO Y LAS MEDIDAS INGLESAS

	Conversión a:		Multiplicar por:
Medidas de longitud	1 mm =		0,0394 pulgadas
	1 cm = 10 mm =		0,3937 pulgadas
	1 dm = 10 cm =		3,9370 pulgadas
	1 m = 10 dm =		1,0936 yardas
	1 dam = 10 m =		10,9361 yardas
	1 hm = 10 dam =		109.3614 yardas
	1 km = 10 hm =		0,6214 millas
	cm	pulgada(″)	0,3937
	m	foot(′)	3,2808
	m	yarda (yd)	1,0936
	km	milla (st. mi)	0,6214
	pulg.	cm	2,5400
	pie	m	0,3048
	yarda	m	0,9144
	milla	km	1,6093
Medidas de superficie	1 mm^2 =		0,00155 pulg. cuadr.
	1 cm^2 = 100 mm^2 =		0,15499 pulg. cuadr.
	1 dm^2 = 100 cm^2 =		15,499 pulg. cuadr.
	1 m^2 = 100 dm^2 =		1,19599 yardas cuadr.
	1 dam^2 = 100 m^2 =		119,5993 yardas cuadr.
	1 hm^2 = 100 dam^2 =		2,4711 acres
	1 km^2 = 100 hm^2 =		247,11 acres = 0,3861 millas cuadradas
	1 m^2 =		1.549,9 pulg. cuadr.
	1 a = 100 m^2 =		119,5993 yardas cuadr.
	1 ha = 100 a =		2,4711 acres
	1 km^2 = 100 ha =		247,11 acres = 0,3861 millas cuadradas
	cm^2	pulgada cuadrada (sq. in)	0,1550
	m^2	pie cuadrado (sq. ft)	10,7639
	m^2	yarda cuadrada (sq. yd)	1,1960
	1000 m^2	acre (ac)	0,2471
	km^2	milla cuadrada (sq. mi)	0,3861
	pulgada cuadrada	cm^2	6,4516
	pie cuadrado	m^2	0,0929
	yarda cuadrada	m^2	0,8361
	acre	m^2	4046,8
	milla cuadrada	km^2	2,5900
Medidas de volumen	1 mm^3 =		0,000061 pulg. cúb.
	1 cm^3 = 1000 mm^3 =		0,061023 pulg. cúb.
	1 dm^3 = 1000 cm^3 =		61,024 pulg. cúb.
	1 m^3 = 1000 dm^3 =		35,315 pies cúbicos = 1,3079 yardas cúbicas
Medidas de madera	1 m^2 = 1 Ster =		432,3 board feet
Medidas de capacidad	1 ml = 1 cm^3 =		16,89 minims
	1 cl = 10 ml =		0,352 onzas líquidas
	1 dl = 10 cl =		3,52 onzas líquidas
	1 l = 10 dl =		1,76 pintas
	1 dkl = 10 l =		2,1998 galones
	1 hl = 10 dkl =		2,75 bushels
	1 kl = 10 hl =		3,437 quarters

	Conversión a:		Multiplicar por:
Medidas de capacidad Sustancias secas	litro	peck	0,1100
	litro	bushel	0,0275
	litro	kilderkin	0,0122
	m^3	barrel	6,1103
	m^3	quarter	3,4370
	peck	litro	9,0922
	bushel	litro	36,3687
	kilderkin	litro	81,829
	barrel	m^3	0,1637
	quarter	m^3	0,2909
Medidas de capacidad Líquidos	litro	gill (liqu)	7,0390
	litro	pinta (liqu)	1,7598
	litro	quart (liqu)	0,8799
	litro	pottle	0,4399
	litro	galón	0,2200
	gill (liqu)	litro	0,1421
	pinta (liqu)	litro	0,5683
	quart (liqu)	litro	1,1365
	pottle	litro	2,2730
	galón	litro	4,5461
Medidas de volumen	cm^3	pulgada cúbica (cu. in)	0,06102
	litro	pie cúbico (cu. ft)	0,03531
	m^3	yarda cúbica (cu. yd)	1,308
	m^3	register ton (reg. tn)	0,3531
	pulgada cúbica	cm^3	16,387
	pie cúbico	litro	28,317
	yarda cúbica	m^3	0.7646
	register ton	m^3	2,8317
Pesos	1 mg	=	0,0154 grain
	1 cg = 10 mg	=	0,1543 grain
	1 dg = 10 cg	=	1,543 grains
	1 g = 10 dg	=	15,432 grains
	1 dag = 10 g = 0,353 onzas	=	0,321 onzas
	1 hg = 10 dag = 3,527 onzas	=	3,215 onzas
	1 kg = 10 hg = 2,205 libras	=	2,679 libras
	1 t = 1000 kg	=	1102 short tons
	1 Pfd = 500 g = $^1/_2$ kg	=	1,1023 libras
	1 quint. = 100 Pfd = 50 kg = 0,9842 hundredweight		
	1 dz = 100 kg = 1,9684 hundredweights		
Pesos	g	grain	15,4323
	g	dram (av.)	0,5644
	g	onza (av.)	0,0353
	kg	libra (av.)	2,2046
	t	long ton (Brit.)	0,9842
	grain	g	0,0648
	dram	g	1,7718
	onza	g	28,3495
	libra	kg	0,4536
Peso métrico de quilates	200 mg	= 1 quilate	
	100 mg	= $^1/_2$ quilate	= 0,5 quilat.
	50 mg	= $^1/_4$ quilate	= 0,25 quilat.
	20 mg	= $^1/_{10}$ quilate	= 0,10 quilat.
	10 mg	= $^1/_{20}$ quilate	= 0,05 quilat.
	2 mg	= $^1/_{100}$ quilate	= 0,01 quilat.

Pulgadas (″)	1/16	1/12	1/8	1/6	3/16	1/4	5/16	1/3	3/8	5/12	7/16	1/2
mm	1,59	2,12	3,18	4,23	4,76	6,35	7,94	8,47	9,52	10,58	11,11	12,70
Pulgadas (″)	9/16	7/12	5/8	2/3	11/16	3/4	13/16	5/6	7/8	11/12	15/16	1
mm	14,29	14,82	15,87	16,93	17,46	19,05	20,64	21,17	22,22	23,28	23,81	25,40

Pies y pulgadas inglesas - milímetros

1 pie = 304,79973 mm

Pies	pulg.	0″	1″	2″	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″	10″	11″	12″
0	**0**	0	25,4	51	76	102	127	152	178	203	229	254	279	305
1	**12**	305	330	356	381	406	432	457	483	508	533	559	584	610
2	**24**	610	635	660	686	711	737	762	787	813	838	864	889	914
3	**36**	914	940	965	991	1 016	1 041	1 067	1 092	1 118	1 143	1 168	1 194	1 219
4	**48**	1 219	1 245	1 270	1 295	1 321	1 346	1 372	1 397	1 422	1 448	1 473	1 499	1 524
5	**60**	1 524	1 549	1 575	1 600	1 626	1 651	1 676	1 702	1 727	1 753	1 778	1 803	1 829
6	**72**	1 829	1 854	1 880	1 905	1 930	1 956	1 981	2 007	2 032	2 057	2 083	2 108	2 134
7	**84**	2 134	2 159	2 184	2 210	2 235	2 261	2 286	2 311	2 337	2 362	2 388	2 413	2 438
8	**96**	2 438	2 464	2 489	2 515	2 540	2 565	2 591	2 616	2 642	2 667	2 692	2 718	2 743
9	**108**	2 743	2 769	2 794	2 819	2 845	2 870	2 896	2 921	2 946	2 972	2 997	3 023	3 048
10	**120**	3 048	3 073	3 099	3 124	3 150	3 175	3 200	3 226	3 251	3 277	3 302	3 327	3 353
11	**132**	3 353	3 378	3 404	3 429	3 454	3 480	3 505	3 531	3 556	3 581	3 607	3 632	3 658
12	**144**	3 658	3 683	3 708	3 734	3 759	3 785	3 810	3 835	3 861	3 886	3 912	3 937	3 962
13	**156**	3 962	3 988	4 013	4 039	4 064	4 089	4 115	4 140	4 166	4 191	4 216	4 242	4 267
14	**168**	4 267	4 293	4 318	4 343	4 369	4 394	4 420	4 445	4 470	4 496	4 521	4 547	4 572
15	**180**	4 572	4 597	4 623	4 648	4 674	4 699	4 724	4 750	4 775	4 801	4 826	4 851	4 877
16	**192**	4 877	4 902	4 928	4 953	4 978	5 004	5 029	5 055	5 080	5 105	5 131	5 156	5 182
17	**204**	5 182	5 207	5 232	5 258	5 283	5 309	5 334	5 359	5 385	5 410	5 436	5 461	5 486
18	**216**	5 486	5 512	5 537	5 563	5 588	5 613	5 639	5 664	5 690	5 715	5 740	5 766	5 791
19	**228**	5 791	5 817	5 842	5 867	5 893	5 918	5 944	5 969	5 994	6 020	6 045	6 071	6 096
20	**240**	6 096	6 121	6 147	6 172	6 198	6 223	6 248	6 274	6 299	6 325	6 350	6 375	6 401
21	**252**	6 401	6 426	6 452	6 477	6 502	6 528	6 553	6 579	6 604	6 629	6 655	6 680	6 706
22	**264**	6 706	6 731	6 756	6 782	6 807	6 833	6 858	6 883	6 909	6 934	6 960	6 985	7 010
23	**276**	7 010	7 036	7 061	7 087	7 112	7 137	7 163	7 188	7 214	7 239	7 264	7 290	7 315
24	**288**	7 315	7 341	7 366	7 391	7 417	7 442	7 467	7 493	7 518	7 545	7 569	7 594	7 620
25	**300**	7 620	7 645	7 671	7 696	7 722	7 747	7 772	7 798	7 823	7 849	7 874	7 899	7 925
26	**312**	7 925	7 950	7 975	8 001	8 026	8 052	8 077	8 102	8 128	8 153	8 179	8 204	8 230
27	**324**	8 230	8 255	8 280	8 306	8 332	8 357	8 382	8 408	8 433	8 458	8 484	8 509	8 534
28	**336**	8 534	8 559	8 585	8 610	8 636	8 661	8 686	8 712	8 737	8 763	8 788	8 814	8 839
29	**348**	8 839	8 864	8 890	8 915	8 941	8 966	8 991	9 017	9 042	9 068	9 093	9 118	9 144
30	**360**	9 144	9 169	9 195	9 220	9 246	9 271	9 296	9 322	9 347	9 373	9 398	9 423	9 449
31	**372**	9 449	9 474	9 500	9 525	9 551	9 576	9 601	9 627	9 652	9 677	9 703	9 728	9 753
32	**384**	9 754	9 779	9 804	9 830	9 855	9 881	9 906	9 931	9 957	9 982	10 008	10 033	10 058
33	**396**	10 058	10 083	10 109	10 134	10 160	10 185	10 210	10 236	10 261	10 287	10 312	10 337	10 363
34	**408**	10 363	10 388	10 414	10 439	10 465	10 490	10 515	10 541	10 566	10 592	10 617	10 642	10 668
35	**420**	10 668	10 693	10 719	10 744	10 770	10 795	10 820	10 846	10 871	10 897	10 922	10 947	10 973
36	**432**	10 973	10 998	11 024	11 049	11 075	11 100	11 125	11 151	11 176	11 202	11 227	11 252	11 278
37	**444**	11 278	11 303	11 328	11 354	11 379	11 405	11 430	11 455	11 481	11 506	11 532	11 557	11 582
38	**456**	11 582	11 607	11 633	11 658	11 684	11 709	11 734	11 760	11 785	11 811	11 836	11 861	11 887
39	**468**	11 887	11 912	11 938	11 963	11 989	12 014	12 039	12 065	12 090	12 116	12 141	12 166	12 192
40	**480**	12 192	12 217	12 243	12 268	12 294	12 319	12 344	12 370	12 395	12 421	12 446	12 471	12 497
41	**492**	12 497	12 522	12 548	12 573	12 598	12 624	12 649	12 675	12 700	12 725	12 751	12 776	12 802
42	**504**	12 802	12 827	12 852	12 878	12 903	12 929	12 954	12 979	13 005	13 030	13 056	13 081	13 106
43	**516**	13 106	13 132	13 157	13 183	13 208	13 233	13 259	13 284	13 310	13 335	13 360	13 386	13 411
44	**528**	13 411	13 437	13 462	13 487	13 513	13 538	13 564	13 589	13 614	13 640	13 665	13 691	13 716
45	**540**	13 716	13 741	13 767	13 792	13 818	13 843	13 868	13 894	13 919	13 945	13 970	13 995	14 021
46	**552**	14 021	14 046	14 072	14 097	14 122	14 148	14 173	14 199	14 224	14 249	14 275	14 300	14 326
47	**564**	14 326	14 351	14 376	14 402	14 427	14 453	14 478	14 503	14 529	14 554	14 580	14 605	14 630
48	**576**	14 630	14 656	14 681	14 707	14 732	14 757	14 783	14 808	14 834	14 859	14 884	14 910	14 935
49	**588**	14 935	14 961	14 986	15 011	15 037	15 062	15 088	15 113	15 138	15 164	15 189	15 215	15 240
50	**600**	15 240	15 265	15 291	15 316	15 342	15 367	15 392	15 418	15 443	15 469	15 494	15 519	15 545
51	**612**	15 545	15 570	15 596	15 621	15 646	15 672	15 697	15 723	15 748	15 773	15 799	15 824	15 850
52	**624**	15 850	15 875	15 900	15 926	15 951	15 977	16 002	16 027	16 053	16 078	16 104	16 129	16 154
53	**636**	16 154	16 180	16 205	16 231	16 256	16 281	16 307	16 332	16 358	16 383	16 408	16 434	16 459
54	**648**	16 459	16 485	16 510	16 535	16 561	16 586	16 612	16 637	16 662	16 688	16 713	16 739	16 764
	pulg.	0″	1″	2″	3″	4″	5″	6″	7″	8″	9″	10″	11″	12″

HIPÓTESIS DE CARGAS PARA LA EDIFICACIÓN; MATERIALES Y ELEMENTOS PESO PROPIO Y ÁNGULO DE ROZAMIENTO; DIN 1055 PARTE 1.ª

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento

Materiales de almacenaje industriales y agrícolas

1. Combustibles

1	Lignito		
	seco	8	35°
	con humedad de la tierra	10	30°
	briquetas de lignito, amontonadas	8	30°
	briquetas de lignito, apiladas	13	–
	semicoque de lignito	10	40°
	carbonilla de lignito	5	25°
2	Leña	4	45°
3	Carbón vegetal		
	aireado	4	–
	sin aire	15	–
4	Hulla		
	coque	6,5	35°
	hulla en bruto, con humedad de la mina	10	35°
	hulla en bruto, en depósito de decantación	12	0°
	hulla, como carbón en polvo	7	25°
	briquetas, amontonadas	8	35°
	briquetas, apiladas	13	–
	briquetas ovoides y todos los demás tipos de hulla	8,5	30°
	mina de carbón	12,5	35°
	residuos de carbón procedente del lavado	14	35°
5	Turba (sólo como combustible; véase también el apartado 6.5 n.º 21)		
	turba negra, secada empaquetada	5	–
	turba negra, secada amontonada	3	45°

2. Alimentos

Están incluidas las superficies mínimas de circulación.
Sólo se pueden considerar por separado los pasos de circulación delimitados por elementos fijos.

1	Mantequilla		
	en barriles		
	empaquetada en cajas y	5,5	–
	cartón	8	–
2	Pescado en barriles y cajas	8	–
3	Carne congelada	7	–
4	Bebidas embotelladas		
	apiladas en cajas	8,5	–
	en cajones (p.e. cerveza)	6	–
5	Café	7	–
6	Cacao en sacos	5,5	–
7	Conservas de todo tipo	8	–
8	Margarina		
	en cajas	7	–
	en barriles	5,5	–
9	Harina		
	en sacos	5	–
	suelta (vertida)	6	25°
10	Fruta		
	vertida	7	25°
	en cajas	3,5	–
11	Sémola de trigo	5,5	35°
12	Azúcar		
	suelto (vertido)	9,5	35°
	compacto y en sacos	16	–

3. Líquidos

Eventualmente al dimensionar las paredes de los contenedores se deberá tener en cuenta la presión del gas

1	Alcohol y éter	8	0°
2	Anilina	10	0°
3	Gasolina	8	0°
4	Benzol	9	0°
5	Cerveza	10	0°
6	Minio de plomo, preparado para pintar (véase también el apdo. 6.4, n.º 2)	60	0°
7	Albayalde, listo para pintar, en aceite (véase también el apdo. 6.4, n.º 3)	10	0°
9	Sapropel con contenido en agua superior al 50 % en volumen (véase también el apdo. 6.4, n.º 8/9)	11	0°
10	Glicerina	12,5	0°
11	Aceite de creosota y Aceite de alquitrán	11	0°
12	Leche	10	0°
13	Aceites, vegetales y animales	10	0°
14	Queroseno	8	0°
15	Mercurio	136	0°
16	Acido nítrico, 91 % en peso	15	0°

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
17	Ácido clorhídrico, 40 % en peso	12	0°
18	Ácido sulfúrico, 30 % en peso	14	0°
	fumante	19	0°
19	Alquitrán, líquido	12	0°
20	Aguarrás	9	0°
21	Agua	10	0°
22	Vino	10	0°

4. Otros materiales vertidos y apilados

1	Archivos y armarios normales llenos	6	–
2	Minio de plomo, en polvo	90	–
3	Albayalde, en polvo	90	–
4	Libros y actas, apilados	8,5	–
5	Hielo, en piezas	8,5	–
6	Minerales de hierro		
	limonita	14	40°
	limonita brasileña	39	40°
7	Fibras, celulosa, en balas prensadas	12	0°
8	Sapropel con un contenido en agua de hasta el 30 % del volumen[1]	12,5[1]	20°[1]
9	Sapropel con un contenido en agua superior al 50 % del volumen[1]	11[1]	0°[1]
9	Cuero y pieles apiladas o en balas	9	–
11	Fieltro en balas	5	–
	con revestimiento de PVC, en rollos	7	–
12	Harina de pescado	8	45°
13	Caucho y elastómetros, en bruto	10	–
14	Virutas de madera, vertida suelta	2	45°
15	Harina de madera, en sacos, seca	3	–
	suelta, seca	2,5	45°
	suelta, mojada	5	45°
16	Lana de madera	1,5	45°
	prensada	4,5	–
17	Carburo, en piezas	9	30°
18	Masilla	12	–
19	Ropa, suelta	3	–
20	Vestidos y telas, atada o en balas	11	–
21	Corcho, prensado	3	–
22	Cuero, apilado	10	–
23	Linóleum según DIN 18171 en rollos	13	–
24	Malta	5,5	20°
25	Germen de malta	2	–
26	Papel, apilado	11	–
	en rollos	15	–
27	Brea	11	–
28	Porcelana o cerámica apilada	11	–
29	Revestimientos de PVC según DIN 16951 en rollos	15	–
30	Piritas de sulfuro, vertidas	27	45°
	calcinada	14	45°
31	Sosa, calcinada	25	45°[2]
	cristalizada	15	40°
32	Sal mineral, quebrada	22	40°
	molida	12	–
33	Alquitrán betunes	14	–
34	Lana, algodón, prensado secado al aire	13	–

[1] **Nota:** los valores comprendidos entre 30 y 50 % se han de interpolar linealmente.
[2] **Nota:** para el almacenaje en silos se ha de aumentar el ángulo de rozamiento en 20°.

5. Productos agrícolas, vertidos y apilados

En las superficies de almacenaje se ha de considerar una carga de circulación mínima de 3,5 kN/m², incluso si los valores obtenidos en la siguiente tabla son menores

1	Ensilado	5,5	0°
2	Ensilado húmedo (maíz)	16	0°
3	Lino, apilado o prensado balas	3	–
4	Forraje verde, suelto	4	–
5	Ensilado de hierba, mojada	11	0°
6	Heno, largo y suelto en balas poco prensadas o picado en piezas grandes (> 11,5 cm)	0,9	–
7	Heno, balas muy prensadas o picado en piezas pequeñas	1,4	–
8	Heno, igual que 7, pero atadas con alambre	1,7	–
9	Lúpulo en sacos	1,7	–
	en latas cilíndricas de lúpulo	4,7	–
	prensado o envuelto en tela	2,9	–
10	Patatas y zanahorias vertidas sueltas	7,6	30°
11	Ensilado de patatas	10	0°

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m³	Ángulo de rozamiento
12	Cereales		
	a) Cebada fermentada	8	30°
	b) Avena, trigo, centeno, cebada	9	30°
	c) Semillas de cáñamo	5	30°
	d) Legumbres	8,5	25°
	e) Maíz	8	28°
	f) Frutos oleaginosos, fleo, sin cáscara	6,5	25°
	g) Teis	8	33°
	h) Semillas de remolacha y hierba	3	30°
13	Forraje concentrado		
	a) Cereales y malta triturados	4	45°
	b) Briquetas de forraje verde Ø 50 hasta 80 mm	4,5	50°
	c) Copos de forraje verde Ø 15 hasta 30 mm	6	45°
	d) Harina de cáscaras verdes Ø 4 hasta 8 mm	7,5	45°
	e) Copos de harina verde y patatas	1,5	45°
	f) Salvado	3	45°
	g) Tortas oleaginosas	10	–
	h) Mezclas de forraje concentrado	5,5	45°
14	Habas de soja	7,8	23°
15	Granzas	1	–
16	Paja, larga y suelta o en balas de segadora	0,7	–
17	Paja, en balas poco prensadas o picado corto (hasta 5 cm)	0,8	–
18	Paja, en balas muy prensadas atadas con hilo	1,1	–
19	Paja, en balas muy prensadas atadas con alambre	2,7	–
20	Tabaco, atado o en balas	5	–
21	Turba, suelta, secada al aire		
	vertida suelta	1	–
	suelta, pero vibrada	1,5	–
	prensada en balas	3	–
22	Remolacha azucarera, húmeda	10	0°
	remolacha azucarera, seca	3	45°

6. Fertilizantes

1	Estiércol líquido	10	0°
2	Orina	8	24°
3	Estiércol de granja, amontonado hasta 1,5 m	6	45°
4	Magnesio potásico	13	30°
5	Sulfato potásico	16	28°
6	Cloruro de potasio	12	28°
7	Estiércol (vertido hasta 1 m)	12	45°
8	Fertilizante de nitratos	11	25°
9	Fertilizante de nitratos y potasio	10	28°
10	Fertilizante de nitratos y fosfatos	11,5	25°
11	Fertilizante de nitratos, potasio y fosfatos	12	25°
12	Fertilizante de fosfatos (sin fosfato Thomas)	14	25°
13	Fertilizante de fosfatos y potasio	13	25°
14	Estiércol apilado	10	45°
15	Fosfato Thomas	22	25°

Elementos y materiales de construcción (como elementos de un edificio y como material de almacenaje)

1. Materiales de almacenaje[3]

1	Betonita, suelta	8	40°
	vibrada	11	–
2	Arcilla expansiva, pizarra expansiva	15[4]	30°
3	Ceniza de lignito filtrada	15	20°
4	Yeso, molido	15	25°
5	Vidrio, plano	25	–
6	armado	26	–
7	acrílico	12	–
8	Escorias de altos hornos	18	40°
9	Escorias de altos hornos, trituradas, escorias de calderas	11	30°
10	Pómez siderúrgico, húmedo (escorias espumosas de altos hornos)		
	pómez natural	9	35°
11	Pómez siderúrgico, seco	7	35°
12	Cal, cal aérea (cal blanca), cal dolomítica, cal de carburo)		
	cocida, en piezas	13	45°
	cocida, molida	13	25°
	cocida, apagada (hidrato seco)	6	25°
	cocida, apagada (masa de cal)	13	0°

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3	Ángulo de rozamiento
13	Cal; cal endurecida hidráulicamente (cal hidráulica, cal altamente hidráulica)		
	cocida, en trozos	13	45°
	cocida, molida	13	25°
	cocida, apagada	11	25°
14	Polvo calizo	13	27°
15	Ceniza aérea	10	25°
16	Ceniza siderúrgica	7,5	25°
17	Grava y arena, seca o humedecida, en caso de vertido húmedo (sin agua) el valor de cálculo se ha de aumentar en 2 kN/m^3	18	35°
18	Materiales sintéticos		
	a) Polietileno, poliesterol granulados	6,5	30°
	b) Polivinilo de cloruro en polvo	6,0	40°
	c) Resinas de poliéster	12,0	–
	d) Colas de resina	13,0	–
19	Magnesita (magnesio cáustico calcinado)	12,0	25°
20	Lava espumosa, quebrada, humedecida	10,0	35°
21	Trass, molido	15,0	25°
22	Cemento, molido	16,0	28°
	cemento clinker	18,0	36°
23	Arena de ladrillo, cascotes de ladrillo, humedecidos	15	35°

Notas al apdo. 1

3) Observación: Para más datos sobre suelos no cohesivos (grava, arena, cantos rodados, etc.), cohesivos y orgánicos (marga, arcillas, turbas) véase la norma DIN 1055 parte 2.ª «Hipótesis de carga en la edificación: características del suelo, pesos, ángulos de rozamiento, cohesión, ángulos de rozamiento interno»

4) Observación: Valor máximo, que no se supera en la práctica.

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
	2. Metales	
1	Aluminio	27
2	Aleaciones de aluminio	28
3	Plomo	114
4	Bronce	85
5	Hierro fundido	72,5
6	Cobre	89
7	Magnesio	18,5
8	Latón	85
9	Níquel	89
10	Acero y hierro dulce	78,5
11	Zinc	
	fundido	69
	laminado	72
12	Estaño laminado	74

3. Madera y elementos de madera

(Protegida contra inclemencias climáticas y contra la humedad). En el peso indicado está comprendido el suplemento correspondiente para pequeñas piezas de acero, madera dura y pintura o imprimación. El peso de los elementos de acero que trabaja a tracción, piezas de unión, apoyos y soportes se han de sumar al valor expresado.

1	Madera de coníferas, en general	4 V 6[6]
2	Madera contrachapada	4 V 5
3	Madera de fronda	6 V 8
4	Madera de ultramar	se necesita certificado
5	Tableros aglomerados según DIN 68761 y DIN 68763	5 V 7,5
6	Tableros chapados según DIN 69705 P. 3.º	4,5 V 8
7	Tableros de carpintero según DIN 68705 P. 4.º	4,5 V 6,5
8	Tableros de fibras de madera dura HFH según DIN 68754 P. 1.ª	9 V 11
9	Tableros de fibras de madera semidura HFM según DIN 68754 P. 1.ª	6 V 8,5
10	Tableros blandos según DIN 68750	2,5 V 4

6) Véase apdo. 5.1

4. Hormigón y mortero

4.1. Hormigón

Los valores de cálculo son válidos también para elementos prefabricados de hormigón. En el caso de hormigón fresco los valores deben aumentarse generalmente en 1 kN/m^3. Cuando el peso propio de hormigón y hormigón armado pueda diferir de los valores indicados, por diversas razones (p.e., aditivos especiales ligeros o pesados, o por una cuantía de acero elevada en el hormigón armado) éste debe determinarse mediante probetas, siempre y cuando la diferencia influya considerablemente sobre la estabilidad de la obra. Los efectos sobre el encofrado no son contemplados en esta norma.

4.1.1. Hormigón gaseoso según DIN 4223

Densidad (g/cm^3)[8]	Valor de cálculo kN/m^3
0,5	6,2
0,6	7,2
0,7	8,4
0,8	9,5

4.1.2. Hormigón ligero según las «Directrices de hormigón ligero y hormigón ligero armado con juntas cerradas»[7]

1,0	10,5
1,2	12,5
1,4	14,5
1,6	16,5
1,8	18,5
2,0	20,5

4.1.3. Hormigón ligero armado según las «Directrices de hormigón ligero y hormigón ligero armado con juntas cerradas»[7]

1,0	11,5
1,2	13,5
1,4	15,5
1,6	17,5
1,8	19,5
2,0	21,5

4.1.4. Hormigón normal con juntas cerradas según DIN 1045 (densidad de la grava hasta 2,7 g/cm^3)[8]

hasta B 10 (Bn 100)	23
a partir de B 15 (Bn 150)	24

4.1.5. Hormigón normal con juntas cerradas según DIN 1045

a partir de B 15 (Bn 150)	25

4.1.6. Hormigón ligero con aditivos de virutas (Hormigón pretensado con virutas de madera)[9]

0,4	5
0,5	6
0,6	7
0,7	8
Se admite una interpolación lineal	

4.1.7. Hormigón ligero con juntas porosas según DIN 4232

1,0	10
1,2	12
1,4	15
1,6	16
1,8	18
2,0	20

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
	4.2. Mortero de aparejar y revocar (Pintura véase apdo. 7.9)	
1	Mortero de yeso, sin arena	12
2	Mortero de cal (mortero de aparejar y revocar) Mortero de cal y yeso, mortero de yeso y arena (mortero de revocar), mortero con anhidritos	18
3	Mortero de cal y cemento y mortero de trass y cemento	20
4	Mortero arcilloso	20
5	Mortero de cemento y mortero de trass y cemento	21

Notas al apdo. 4

7) Editorial Beuth-Verlag, Berlín y Colonia
8) Nota: 1 g/cm^3 = 1 kg/dm^3
9) Nota: a determinar en los controles de obra

5. Obra de fábrica

Los valores indicados son para la obra de fábrica sin revocar; está comprendido el mortero de las juntas y la proporción normal de humedad

5.1. Obra de fábrica de piedra natural

Los siguientes valores son la media superior de los valores promedio según DIN 52100 «Control de piedra natural»

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3
	5.1.1. Piedras eruptivas	
1	Basalto, maláfido, diorita, gabro	30
2	Lava de basalto	24
3	Diabasa	29
4	Granito, sienita, pórfido	28
5	Traquita	26
	5.1.2. Piedras sedimentarias estratificadas	
1	Traumato, piedra arenisca, gonfolita	27
2	Piedra caliza y dolomitas densas (duras), incluido cal de conchas y mármol	28
3	Otras piedras calizas, incluidos conglomerados de cal, travertino, etc.	26
4	Toba calcárea	20
	5.1.3. Piedras metamórficas	
1	Gneis, granito	30
2	Pizarras	28
3	Serpentina	27

Densidad de las piedras (g/cm^3)[8]	Valor de cálculo kN/m^3

5.2. Obra de fábrica de piedras artificiales

5.2.1. Obra de fábrica según DIN 1053 P. 4.ª de piedras artificiales según:

DIN 105	Ladrillos; macizos y perforados
DIN 105 P 2.ª	Ladrillos; ligeros
DIN 105 P 3.ª	Ladrillos; de alta resistencia y clinquer
DIN 106	Ladrillos; macizos, perforados y huecos
DIN 398	Bloques de escorias siderúrgicas, macizos, perforados y huecos
DIN 4165	Bloques de hormigón gaseoso
DIN 18149	Bloques perforados de hormigón ligero
DIN 18151	Bloques huecos de hormigón ligero
DIN 18152	(en redacción) Bloques macizos de hormigón ligero
DIN 18153	Bloques perforados de hormigón con juntas cerradas

Para obra de fábrica con mortero ligero se han de disminuir los valores de la tabla en 1 kN/m^3

05	7
0,6	8
0,7	9
0,8	10
0,9	11
1,0	12
1,2	14
1,4	15
1,6	17
1,8	18
2,0	20
2,1	21
2,2	22
2,5	25

5.2.2. Ladrillos refractarios (ladrillos silicocalcáreos)

1,8	18
2,0	20

6. Forjados (de pisos y cubiertas)

6.1. Forjados de hormigón armado según DIN 1045
(Incluidas las armaduras y estribos de acero, pero sin el peso de posibles vigas de acero)

1	Placas de hormigón armado según DIN 1045, edición de enero 1972, apdo. 20.1	0,25			
2	Forjados cerámicos según DIN 1045, edición de enero 1972, apdo. 20.2, piezas con juntas parcialmente rellenadas con mortero según DIN 4159, edición abril 1978, apdo. 4, tabla 2 (long. de las piezas: 250 mm) y un forjado de canto:	densidad de las tejas (g/cm^3)			
		0,6	0,8	1,0	1,2
	11,5 cm	1,25	1,45	1,65	1,85
	14,0 cm	1,5	1,75	2,0	2,25
	16,5 cm	1,9	2,15	2,4	2,75
	19,0 cm	2,15	2,45	2,8	3,15
	21,5 cm	2,45	2,8	3,15	3,55
	24,0 cm	2,75	3,1	3,5	3,95
	26,5 cm	3,05	3,45	3,9	4,3
	29,0 cm	3,35	3,8	4,25	4,7

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3			
3	Forjados cerámicos según DIN 1045, edición de enero 1972, apdo. 20.2, piezas conjuntas completamente rellenadas con mortero según DIN 4159, edición de abril 1978, apdo. 4, tabla 1 (long. de las piezas: 250 mm) y un forjado de canto:	Densidad de las bovedillas (g/cm^3)			
		0,6	0,8	1,0	1,2
	11,5 cm	1,45	1,6	1,85	2,0
	14,0 cm	1,8	1,9	2,2	2,45
	16,5 cm	2,2	2,4	2,65	2,95
	19,0 cm	2,55	2,8	3,05	3,4
	21,5 cm	2,9	3,15	3,45	3,65
	24,0 cm	3,2	3,55	3,9	4,3
	26,5 cm	3,7	4,1	4,45	4,8
	29,0 cm	4,05	4,45	4,85	5,25

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3	
4	Forjados de hormigón armado según DIN 1045, edición de enero 1972, apdo. 19.7.7, bovedillas no resistentes de hormigón según DIN 4158, con una separación entre viguetas de 62,5 cm y un forjado de canto:	Densidad del hormigón (g/cm^3)[8] de las bovedillas	
		1,4	2,3
	16 cm	2,13	2,85
	20 cm	2,28	2,95
	24 cm	2,48	3,18
	para una separación entre viguetas de 75 cm y un forjado de canto: 20 cm	2,13	2,85
5	Forjados nervados unidireccionales de hormigón armado[10] según DIN 1045, edición de enero 1972, apdo. 21.2.2, bovedillas no resistentes de hormigón según DIN 4158, con una capa de compresión de 5 cm de espesor		
a)	sep. entre nervios 50 cm y canto total del forjado:	Densidad del hormigón (g/cm^3)[8] de las bovedillas	
		1,4	2,3
	17 cm	2,95	3,58
	19 cm	3,14	3,75
	21 cm	3,71	4,38
	23 cm	3,79	4,48
	25 cm	3,87	4,55
	27 cm	4,00	4,71
	29 cm	4,11	4,83
	33 cm	5,04	6,15
b)	separación entre nervios 62,5 cm y canto total del forjado:	Densidad del hormigón (g/cm^3)[8] de las bovedillas	
		1,4	2,3
	17 cm	2,77	3,36
	19 cm	2,99	3,63
	21 cm	3,42	4,13
	23 cm	3,50	4,16
	25 cm	3,57	4,24
	27 cm	3,67	4,35
	29 cm	3,76	4,47
	33 cm	4,63	5,74
c)	con bovedillas cerámicas no resistentes según DIN 4160 y una capa de compresión de 5 cm de espesor (sep. entre nervios: 50 cm)	Densidad de las bovedillas (g/cm^3)[8]	
		0,6	0,9
	19 cm	2,55	2,95
	21,5 cm	2,80	3,25
	24 cm	3,05	3,55
	26,5 cm	3,40	4,00
	29 cm	3,65	4,30
	31,5 cm	3,90	4,65
	34 cm	4,15	4,95
	36,4 cm	4,65	5,45
	39 cm	4,90	5,80
6	Forjados nervados unidireccionales de hormigón armado según DIN 1045, edición enero 1972, apdo. 19.7.8 y 21.2 con	Valores de cálculo según datos de los fabricantes teniendo en cuenta el apdo. 1.2; los valores superiores se pueden calcular teniendo en cuenta el apdo. 7.6.1, tablas 4 y 5.	
a)	entrevigado no resistente de hormigón según DIN 4158, forma DM		

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^3			
b)	Bovedillas no resistentes de hormigón según DIN 4159, edición de abril 1978, tablas 4 y 5 a) Separación entre viguetas: 50 cm y canto del forjado:	Densidad de las bovedillas (g/cm^3)[8]			
		0,6	0,8	1,0	1,2
	11,5 cm	1,19	1,39	1,59	1,79
	14 cm	1,43	1,68	1,92	2,17
	16,5 cm	1,67	1,96	2,25	2,55
	19 cm	1,92	2,25	2,58	2,92
	21,5 cm	2,24	2,61	2,98	3,36
	24 cm	2,50	2,91	3,22	3,74
	26,5 cm	2,81	3,26	3,71	4,17
	29 cm	3,07	3,56	4,05	4,56
	31,5 cm	3,32	3,85	4,40	4,95
	34 cm	3,58	4,16	4,74	5,33
	b) Separación entre viguetas: 62,5 cm y canto del forjado:	Densidad de las bovedillas (g/cm^3)[8]			
		0,6	0,8	1,0	1,2
	11,5 cm	1,13	1,33	1,54	1,75
	14 cm	1,35	1,60	1,58	2,11
	16,5 cm	1,58	1,88	2,18	2,48
	19 cm	1,81	2,15	2,50	2,85
	21,5 cm	2,11	2,49	2,87	3,27
	24 cm	2,35	2,77	3,20	3,64
	26,5 cm	2,64	3,11	3,58	4,06
	29 cm	2,88	3,39	3,91	4,43
	31,5 cm	3,13	3,68	4,24	4,81
	34 cm	3,37	3,96	4,57	5,19
7	Losas nervadas sin elementos de relleno	El valor de cálculo se ha de averiguar a partir de los pesos propios, en función de la forma			
8	Losas de hormigón armado de densidad 2,3 g/cm^3 [8] según DIN 1045, edición enero 1972, apdo. 19.3, canto del forjado:				
	5 cm	0,85			
	6 cm	1,00			
	7 cm	1,15			
	8 cm	1,30			
	9 cm	1,50			
	10 cm	1,65			
	11 cm	1,85			
	12 cm	2,00			

N.º	Elemento	Valor de cálculo por cada cm de espesor kN/m^2

6.2. Forjados de placas de hormigón gaseoso o espumoso, curado al vapor según DIN 4223, así como losas de hormigón ligero según DIN 1045

1	Placas de cubiertas Densidad del hormigón (g/cm^3)[8]	
	0,5	0,062
	0,6	0,072
2	Placas de cubiertas y pisos Densidad del hormigón (g/cm^3)[8]	
	0,7	0,084
	0,8	0,095
3	Losas de hormigón armado de hormigón ligero según DIN 1045 y un espesor de:	Valor de cálculo (kN/m^2)
	5 cm	0,55
	6 cm	0,60
	7 cm	0,65
	8 cm	0,72
	9 cm	0,80
	10 cm	0,88
	11 cm	0,95
	12 cm	1,00
	14 cm	1,17
	16 cm	1,35

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m^2	

6.3. Forjados de bloques macizos y huecos según DIN 105, DIN 106 y DIN 398 o de bloques macizos de hormigón ligero según DIN 18152[5]

	de 11,5 cm de espesor (resistencia mínima a compresión de los bloques: 15 N/mm^2)	
	de ladrillos macizos, bloques macizos o bloques de escorias siderúrgicas; densidad: 1,8 g/cm^3 [8]	2,20
	de clinker perforado, bloques macizos de horm. ligero; densidad 1,6 g/cm^3 [8]	2,05
	de bloques huecos porosos; densidad de la piedra 1,4 g/cm^3 [8]	1,90
	de bloques huecos porosos; densidad de la piedra 1,2 g/cm^3 [8]	1,70

6.4. Forjados abovedados

(sin incluir el peso de las jácenas) bóvedas planas con luces de hasta 2 m, incluido el trasdosado

1	de bloques macizos según DIN 105, DIN 106 y DIN 398, para un espesor de:		
	11,5 cm	2,75	
	25 cm	5,40	
2	de bloques macizos de hormigón ligero DIN 18152[5], ladrillos perforados según DIN 105 y bloques perforados de arena calcárea según DIN 106, para un espesor de:	Densidad de la piedra (g/cm^3)[8]	
		1,2	1,4
	11,5 cm	1,80	2,25
	24 cm	3,60	4,50

6.5. Forjados de hormigón armado traslúcido según DIN 1045, edición enero 1972, apdo. 20.3

1	Con piezas macizas de hormigón traslúcido según DIN 4243 (nervios de 3 cm de anchura y 8 cm de altura)	1,00
2	Con piezas huecas de hormigón traslúcido según DIN 4243 (nervios de 3 cm de anchura y 10 cm de altura)	1,40
3	Con piezas macizas de hormigón traslúcido de 6 cm de altura según DIN 4243 (nervios de 5 cm de anchura y 12 cm de altura)	1,95

Notas al apdo. 6

[8] Véase nota de la página 552

[10] Para forjados de placas con bidireccionales según DIN 1045, edición enero 1972, apdo. 21.2.3, los valores de cálculo se han de incrementar con la correspondiente proporción de nervios adicionales

7. Placas, placas murales, paredes de pavés

Los valores de cálculo se refieren a paredes sin revocar e incluyen el mortero de las juntas. El peso de las paredes de entramado (véase DIN 4103) se ha de establecer a partir de los valores de cálculo de los diferentes elementos

7.1. Placas murales de hormigón ligero según DIN 18162 y placas murales huecas de hormigón ligero según DIN 18148

Densidad de las placas (g/cm^3)[8]	Valor de cálculo por cada cm de espesor kN/m^2
a) para placas según DIN 18148	
0,6	0,08
0,7	0,09
0,8	0,10
0,9	0,11
1,0	0,12
1,2	0,14
1,4	0,15
b) para placas según DIN 18162	
0,8	0,09
0,9	0,10
1,0	0,11
1,2	0,13
1,4	0,15

7.2. Placas de hormigón gaseoso no armado según DIN 4166

Densidad de las placas (g/cm^3)[8]	Valor de cálculo por cada cm de espesor kN/m^2
con juntas de espesor normal	
0,5	0,06
0,6	0,07
0,7	0,08
0,8	0,09
en un lecho delgado de mortero	
0,5	0,055
0,6	0,065
0,7	0,075
0,8	0,085

7.3. Placas murales de yeso según DIN 18163 y placas de cartón yeso según DIN 1810

N.º	Elemento	Densidad de las placas (g/cm³)	Valor de cálculo por cada cm de espesor kN/m³
1	Placas murales de yeso poroso	0,7	0,07
2	Placas murales de yeso	0,9	0,09
3	Placas murales de cartón yeso según DIN 18180		0,11

7.4. Otros tipos de pared

7.4.1. Paredes de placas de hormigón gaseoso armado y curado al vapor, según DIN 4223

Densidad del hormigón (g/cm³)[8]	Valor de cálculo por cada cm de espesor kN/m²
0,5	0,062
0,6	0,072
0,7	0,084
0,8	0,095

7.4.2. Paredes de placas de hormigón de virutas de madera[11]

	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
	Hormigón de virutas de madera con una densidad de 0,6 g/cm³ [8] Hormigón de relleno de densidad 2,3 g/cm³ [8] espesor de la pared	
	17,5 cm	2,8
	20,0 cm	3,2
	24,0 cm	4,0
	30,0 cm	4,9

7.4.3. Paredes de placas de hormigón ligero[11]

Hormigón ligero con una densidad de 1,0 hasta 1,6 g/cm³ [8] Hormigón de relleno de densidad 2,3 g/cm³ [8]	Densidad (g/cm³)[8]			
	1,0	1,2	1,4	1,6
Espesor de la pared				
17,5 cm	3,2	3,3	3,4	3,6
20,0 cm	3,7	3,8	4,0	4,1
24,0 cm	4,5	4,7	4,8	5,0
30,0 cm	5,5	5,8	6,0	6,2

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
7.4.4.	**Tabiques de placas de cartón-yeso según DIN 18183 P. 1.ª (aún en redacción)**	
	Tabiques estándar con relleno de la lana mineral	
	trasdosado sencillo	0,35
	trasdosado doble	0,50
7.4.5.	**Tabiques de placas de yeso y estuco con relleno de lana mineral (placas de cartón-yeso con perfiles metálicos en sentido horizontal)**	
	enmasilladas	0,50
	con revoco seco	0,70
7.4.6.	**Tabiques de placas murales de yeso**	
1	Tabiques sencillos	
	60 mm de espesor	0,55
	80 mm de espesor	0,75
	100 mm de espesor	0,90
2	Tabique doble con 40 mm de relleno con lana mineral 200 mm de espesor total	1,50
3	Tabique doble con relleno de lana mineral incluidos 2 × 50 mm de placas ligeras de virutas de madera y 20 mm de cámara de aire 280 mm de espesor total	1,80
7.5.	**Tabiques de pavés según DIN 4242**	
	Piezas de pavés según DIN 18175	
	80 mm de espesor	1,00
	100 mm de espesor	1,25
7.6.	**Acristalamiento sin divisiones intermedias**	
1	Vidrio sencillo	0,27
2	Vidrio doble	0,54

Notas al apdo. 7

[8] Véase nota página 552.

[11] Nota: se remite a la autorización de la dirección facultativa.

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
8.	**Revocos**	
1	Revoco sobre tela metálica (tipo Rabitz)	
	30 mm de espesor de mortero de yeso	0,50
	mortero de cal, yeso y cal, o yeso y arena	0,60
	mortero de cemento	0,80
2	Revoco de yeso y cal sobre enlistonado, metal estirado o tablero de ladrillo y 30 mm de espesor de mortero	0,50
3	Revoco de yeso y cal sobre placas ligeras de lana de madera de 15 mm de espesor y 20 mm de espesor de mortero	0,35
4	Revoco de yeso y cal sobre placas ligeras de lana de madera de 25 mm de espesor y 20 mm de espesor de mortero	0,45
5	Revoco de yeso y cal sobre placas de cartón-yeso de soporte de revoco de 9,5 mm de espesor y 8 mm de espesor de mortero	0,23
6	Revoco de yeso y cal sobre doble cañizo incluido el cañizo y las latas y sobre placas de fibras y 20 mm de espesor de mortero	0,40[12]
7	Revoco de yeso 15 mm espesor	0,18
8	Mortero de cal (20 mm espesor)	0,35
9	Mortero de cal y cemento (20 mm espesor)	0,40
10	Mortero aireado (20 mm espesor)	0,25
11	Revoco de mortero y aglutinante según DIN 4211 (20 mm espesor)	0,40
12	Revoco de techos (yeso) 20 mm de espesor	0,30
13	Fachada con revoco mineral, 95 mm de espesor formada por: 40 mm de placas aislantes, soporte para el revoco, perfiles 'Z' y 25 mm de enlucido noble	0,50
14	Revoco de aislamiento térmico de 50 mm formado por: 35 mm de mortero aislante y 15 mm de mortero aireado	0,40
15	Revestimiento de aislamiento térmico formado por: 35 mm de placas ligeras de lana mineral 20 mm de revoco de cal y cemento, incluida la tela metálica	0,55
16	Revestimiento de aislamiento térmico formado por: 35 mm de espuma sintética según DIN 18164 10 mm de cola/mezcla de cemento y revoco sintético	0,03
17	Mortero de cemento de 20 mm de espesor	0,42
9.	**Pavimentos y revestimientos murales**	
1	Revestimientos asfálticos	
	Hormigón bituminoso	0,24
	Masilla de asfalto	0,18
	Asfalto colado	0,23
	Asfalto en placas grabadas	0,22
2	Placas de revestimiento (también terrazo)	0,24
3	Pavimentos:	
	de anhidrita	0,22
	de yeso	0,20
	de asfalto colado	0,23
	de materiales duros	0,24
	de resina sintética	0,22
	Pavimento de magnesita según DIN 272	
	capa superior transitable ejecutada en una o varias veces	0,22
	capa inferior ejecutada en varias veces	0,12
	Pavimento cemento	0,22
4	Placas de vidrio; Placas murales de vidrio; Azulejos de vidrio; Mosaico de vidrio	0,25
5	Caucho	0,15
6	Azulejos cerámicos (incluido el mortero de agarre)	0,19
	Baldosas cerámicas (incluido el mortero de agarre)	0,22
7	Pavimentos de materiales sintéticos	0,15
8	Linóleo	0,13
9	Placas de piedra natural (incluido el mortero de agarre)	0,30
10	Moquetas	0,03
11	Pavimentos deportivos	
	pavimento elástico (incluida la capa superior)	0,12[13]
	pavimento flotante	0,30[13]

Notas al apdo. 9

[12] Para revocos sobre base de madera el valor de cálculo se incrementa en 0,1 kN/m²

[13] Valor de cálculo en kN/m² invariable para todos los espesores

N.º	Elemento	Valor de cálculo por cada capa kN/m²
10.	**Materiales impermeabilizantes, aislantes y de relleno**	
10.1.	**Materiales sueltos**	
1	Fibra de amianto	0,06
2	Grava de pómez, vertida	0,07
3	Mica expandida, vertida	0,015
4	Perlita expandida	0,01
5	Pizarra expandida y arcilla expandida, vertida	0,15
6	Materiales de fibra aislante según DIN 18165 P. 1.ª y P. 2.ª (p.e. fibra de vidrio, fibra de escorias o fibra mineral)	0,01
7	Fibras bituminadas, vertidas	0,02
8	Caucho triturado	0,03
9	Cáñamo molido, bituminado	0,02
10	Escorias de altos hornos (pómez siderúrgico), Escorias de hulla, ceniza de coque	0,14
11	Arena de escorias de altos hornos	0,10
12	Polvo de diatomeas	0,025
13	Serrín de corcho, vertido	0,02
14	Magnesita, cocida	0,10
15	Espuma sintética	0,005
10.2.	**Placas, mantas o láminas**	
1	Cartón de amianto	0,12
2	Placas de asfalto	0,22
3	Fibras aislantes según DIN 18165 P. 1.ª en láminas, mantas fieltros o placas	0,01
4	Espuma in situ-resinas de formaldehido-cola de urea según DIN 18165 P. 2.ª	0,001 y 0,002 kN/m²
5	Placas de virutas de madera según DIN 68750 DIN 68752 y DIN 68754 P. 1.ª	
	duras	0,10
	semiduras	0,08
	blandas	0,04
6	Placas ligeras de lana de madera según DIN 1101	
	15 mm de espesor	0,06
	100 mm de espesor	0,04
7	Placas de polvo de diatomeas	0,025
8	Placas de serrín de corcho impregnado según DIN 18161 P. 1.ª bituminado o embreado	0,02
9	Placas ligeras de varias capas según DIN 1104 P. 2.ª	
	placas de dos capas	0,045[14]
	placas de tres capas	0,09[14]
10	Placas de serrín de corcho recocido según DIN 18161 P. 1.ª	0,012
11	Placas de perlita	0,02
12	Espuma in situ de poliuretano según DIN 18159 P. 1.ª	0,004 y 0,01 kN/m²
13	Espuma de vidrio (densidad 0,07 g/cm³) en espesores de 4 a 6 cm recubierta con cartón	0,01
14	Placas de espuma sintética según DIN 18164 P. 1.ª y 2.ª	0,004

[14] **Nota:** Valor de cálculo invariable para todos los espesores

N.º	Elemento	Valor de cálculo según la posición kN/m²
10.3.	**Barreras contra la humedad (sin material de agarre)**	
1	Cartones tibuminosos con capa bituminosa en ambos lados según DIN 52126	0,03
2	Láminas bituminosas para impermeabilizar cubiertas según DIN 52130 P. 1.ª	0,04
3	Láminas de cartón de fieltro	0,07
4	Láminas impermeables para impermeabilizaciones según DIN 18190 P. 1.ª a 5.ª	0,04
5	Láminas de fieltro de vidrio bituminoso según DIN 52143	
	recubiertas con arena	0,02
	recubiertas con grava	0,05
6	Láminas sintéticas	0,02
7	Cartón bituminoso según DIN 52129 y cartón embreado según DIN 52129	0,02
8	Cartón embreado enarenado por ambas caras según DIN 52121	0,03
9	Cartón especial embreado y cartones bituminosos y embreados según DIN 52140	0,03

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
11.	**Revestimientos de cubiertas** Los valores de cálculo son válidos para 1 m² de superficie de cubierta sin correas, cabios y mortero de agarre	
11.1.	**Revestimientos con tejas planas, piezas de hormigón y piezas de vidrio** En los valores de cálculo están incluidas las latas, pero no el mortero. En caso de incluir el mortero los valores indicados se han de incrementar en 0,1 kN/m²	
1	Tejas de hormigón nervadas en la cara inferior y encaje longitudinal en la cara superior	
	hasta 10 unidades/m²	0,50
	más de 10 unidades/m²	0,55
2	Tejas de hormigón nervadas en la cara inferior y encaje longitudinal en la cara inferior	
	hasta 10 unidades/m²	0,60
	más de 10 unidades/m²	0,65
3	Tejas flamencas según DIN 456 155/375 y 180/380 mm y Tejas flamencas de hormigón	
	en tejados con esclisas (incluidas las ripias)	0,60
	en cubiertas dobles y de corona	0,75
4	Tejas de encaje, tejas de borde y tejas flamencas de encaje según DIN 456	0,55
5	Tejas de vidrio	Con igual tipo de cubierta respectivamente n.º 1 hasta 4
6	Tejas flamencas de gran formato, hasta 10 unidades/m²	0,50
7	Tejas flamencas de pequeño formato y formatos especiales (tejas de iglesia, combadas, etc.) según DIN 456	0,95
8	Tejas de doble reborde, tejas flamencas huecas según DIN 456	0,45
9	Tejas de doble reborde, tejas flamencas huecas sobre cartón	0,55
10	Tejas árabes (amorteradas)	0,90
11	Tejas de encaje según DIN 456	0,60
11.2.	**Cubiertas de pizarra**	
1	Empizarrado alemán antiguo y empizarrado en forma de escamas sobre entarimado, incluida la base de cartón y el entarimado	
	cubrición sencilla	0,50
	cubrición doble	0,60
2	Empizarrado inglés (empizarrado en forma rectangular)	
	cubrición doble sobre latas, incluidas las latas	0,45
	sobre un entarimado de 22 mm, incluida la base de cartón y el entarimado	0,55

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
11.3.	**Cubiertas metálicas**	
1	Cubiertas de aluminio (espesor 0,7 mm, incluido entarimado de 22 mm)	0,25
2	Cubierta de doble empresillado de plancha metálica (0,63 mm de espesor, incluida la capa inferior de cartón y entarimado de 22 mm)	0,30
3	Cubierta de cobre con doble empresillado (plancha de cobre de 0,6 mm de espesor, incluido entarimado de 22 mm)	0,30
4	Cubierta de teja flamenca de acero (chapa galvanizada según DIN 59231)	
	incluidas las latas	0,15
	incluidas la capa inferior de cartón y entarimado de 22 mm	0,30
5	Cubierta de chapa de acero perfilada de sección trapezoidal, nervada o doblemente nervada[11]	
	altura del perfil mm — espesor nominal de la chapa mm	
	26: 0,75	0,075
	1,00	0,10
	1,50	0,15
	70: 0,75	0,11
	1,00	0,145
	1,50	0,22
	121: 0,75	0,12
	1,00	0,16
	1,50	0,24
	Los valores intermedios se pueden interpolar	
6	Cubierta de chapa ondulada (planchas de acero onduladas según DIN 59231, incluido el material de fijación	0,25
7	Cubierta de zinc sobre rastreles, incluido el entarimado de 22 mm	0,30

11.4. Impermeabilización de cubiertas y revestimientos con láminas bituminosas y láminas sintéticas para cubiertas planas

N.º	Elemento	Valor de cálculo por cada capa kN/m²
1	Capa de nivelación	
	suelta	0,03
	incluido el material de agarre	0,04
2	Impermeabilización	
	impermeabilización de 3 capas, incluida la cola	0,17
	impermeabilización de 2 capas, incluida la cola	0,13
	Lámina sintética monocapa, suelta	0,02
3	Cubrición	
	impermeabilización de 2 capas, incluida la cola	0,15
4	Capa de equilibrio del vapor	
	suelta	0,02
	incluida la cola	0,04
5	Capa de barrera contra el vapor	
	incluida la cola	0,07
	mediante lámina sintética, suelta	0,02
6	Protección superior	
	5 cm de grava, incluida imprimación de la cubierta	1,0
	sobrepeso por cada cm	0,19
	adicional de grava, incluido el techo de apoyo	0,20
	imprimación de la cubierta	0,05
	lámina de protección, incluida la cola	0,08
7	Capa de aislamiento térmico, véase apdo. 7.10.2, suplemento de cola	0,015

[8] Véase nota en página 552
[11] Véase nota en página 554

N.º	Elemento	Valor de cálculo kN/m²
11.5	**Cubiertas de lacas de fibrocemento planas según DIN 274 P. 1.ª a 3.ª**	
1	Cubrición alemana sobre entarimado de 22 mm, incluida la base de cartón y el entarimado	0,4
2	Cubrición doble sobre latas, incluidas las latas	0,38
3	Cubrición horizontal sobre latas, incluidas las latas	0,25
11.6	**Cubiertas de placas de fibrocemento onduladas, sin correas, pero incluido el material de fijación**	
1	Placas de fibrocemento con ondas pequeñas (placas para viviendas) densidad 1,6 g/cm³	0,24
2	Placas de fibrocemento onduladas según DIN 274 P. 1.ª a 3.ª	0,20
11.7.	**Otras cubiertas**	
1	Cubiertas con placas onduladas sintéticas (perfil según DIN 274 P. 1.ª a 3.ª, sin correas, incluido el material de fijación de resinas de poliestireno (densidad 1,4 g/cm³)[8].	
	Espesor de las placas 1 mm	0,03
	igual que antes, pero con capas de plexiglás (densidad 1,2 g/cm³)[8]	0,06
	espesor de las placas 3 mm	0,08
2	Tejido de poliéster recubierto con PVC sin estructura portante	
	tipo I (resistencia a rotura: 3,00 kN/5 cm anchura)	0,0075
	tipo II (resistencia a rotura: 4,70 kN/5 cm anchura)	0,0085
	tipo III (resistencia a rotura: 6,00 kN/5 cm anchura)	0,01
3	Cubiertas de cañizo o paja, incluidas las latas	0,70
4	Cubierta de chillas, incluidas las latas	0,25
5	Acristalamiento sin carpintería intermedia	
	vidrio sencillo	0,27
	vidrio doble	0,54
6	Cubierta de lona embreada, sin estructura portante	0,03

Observación: *las sobrecargas de uso indicadas para las escaleras sólo son suficientes para dimensionar cada uno de los peldaños si la construcción de la escalera garantiza una correcta distribución de las cargas (cuando los peldaños están unidos entre sí mediante tabicas, o cuando se apoyan en una zanca que va de descansillo a descansillo, o sobre una losa continua, etc.).*

Si no es así, se ha de considerar una sobrecarga puntual –según la tabla 1, línea 4a, de 150 kp (1,5 kN) o según la tabla 1, línea 5a, de 200 kp (2 kN)– aplicada en el punto más desfavorable del peldaño.

Para los peldaños en voladizo se ha de comprobar además que el empotramiento total en las zancas o paredes de la escalera, supuesto en el cálculo, responde a la realidad constructiva. En aquellos puntos donde falta el peso de muro necesario para garantizar un grado de empotramiento total, p.e. debajo de ventanas, deberán adoptarse medidas constructivas adecuadas que garanticen el empotramiento suficiente de la escalera en voladizo (p.e. jácenas de borde). En aquellas escaleras en las que se prevea la acción de elevadas cargas puntuales (p.e. fábricas, grandes almacenes, etc.) no se admiten peldaños que no garanticen un reparto suficiente de las cargas.

1.1. Sobrecargas verticales y puntuales de uso en cubiertas

1.1.1. Elementos portantes aislados
En las cubiertas se ha de considerar una carga puntual de 100 kp (1 kN), debida al personal que debe acceder a la cubierta para efectuar trabajos de limpieza y mantenimiento. Dicha carga se considerará aplicada en el centro de los elementos que soportan la cubierta (cabios, correas, pares o barras en una malla espacial) cuando la sobrecarga de nieve y viento considerada sea menor a 200 kp (2 kN).

1.1.2. Capa de cubrición
Para la capa de cubrición también es válido el apartado 1.1.1., siempre y cuando sea accesible. En este caso, sin embargo, la anchura de distribución de cargas entre dos placas no puede considerarse mayor a 1 m, siempre y cuando la norma DIN 1045 no disponga otra cosa.
Para placas aligeradas de hormigón armado, véase la norma DIN 4028. Durante su colocación estos elementos sólo se pueden transitar colocando tablones de madera encima.

1.1.3. Latas de cubierta
En las latas de cubierta se han de considerar dos cargas puntuales, cada una de 50 kp (0,5 kN), aplicadas a una distancia de los extremos igual a 1/4 de la luz. Para las latas de madera, cuya sección se ha comprobado por la práctica, no es necesario el cálculo de comprobación si la distancia entre cabios es inferior a 1 m.

1.1.4. Cabios ligeros
Los cabios ligeros se pueden calcular con una carga puntual de 50 kp (0,5 kN) aplicada en el punto más desfavorable, siempre y cuando la cubierta sólo sea accesible mediante tablones y escaleras.

1.2. Sobrecargas verticales de uso en forjados con paso de vehículos

1.2.1. Forjados de sótanos, etc.
Los forjados de sótanos, al igual que todos los forjados en los que se prevea el paso de vehículos (a excepción de los forjados comprendidos en el apdo. 6.1. tabla 1) se han de calcular como mínimo de acuerdo con la norma DIN 1072, edición de 1967 (tabla 2, clase 6). Sin embargo, a diferencia de la norma 1072, la superficie exterior a la zona principal de rodadura, se ha de sobrecargar con una carga uniformemente repartida p_1 igual a la considerada en la zona principal de rodadura.
En aquellos casos en los que se prevea el paso de vehículos pesados, p.e. coches de bomberos, se han de aplicar las cargas según DIN 1072, edición 1967, tabla 2, clase 12 o 30.
Ésta carga se ha de considerar móvil y se ha de tener en cuenta la carga adicional debida a las vibraciones, según el apdo. 8.

1.2.2. Forjados con paso de estibadoras de horquilla
Los forjados de talleres, fábricas, almacenes, sótanos de patios y similares, en los que se prevea el paso de estibadoras de horquilla, se han de calcular aplicando la carga puntual de la estibadora en el punto más desfavorable, según la tabla 1, columna 3 y la ilustración 1, y a su alrededor se ha de aplicar una sobrecarga uniformemente repartida según la tabla 1 columna 7. Además, los restantes elementos constructivos, sometidos a una sobrecarga uniformemente repartida (sin carga adicional debida a las vibraciones) según la tabla 1 columna 7, se han de calcular para el caso más desfavorable de simultaneidad de cargas –alternancia de cargas–, siempre que la sobrecarga considerada para la superficie de almacenaje no sea más desfavorable. Se tomará el valor más desfavorable.
En los forjados sometidos a la carga de una estibadora de peso mayor al admitido de 13 t, deberá realizarse una comprobación especial.

Si se prevé que por un forjado circularán tanto estibadoras de horquilla como camiones, se ha de considerar la carga mayor. Las cargas indicadas en la tabla 1, columna 3 no pueden considerarse estáticas y, por consiguiente, se ha de tener en cuenta la sobrecarga debida a las vibraciones.

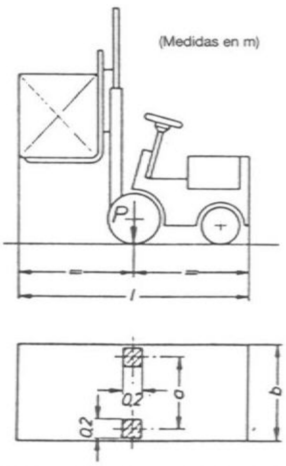


Ilustración 1. **Dimensiones de una estibadora de horquilla**

1.3. Helipuertos en forjados de cubierta
Para el cálculo estático de helipuertos en forjados de cubiertas, se han de considerar –teniendo en cuenta el uso previsto– unas cargas de despegue de los helicópteros de 2 t o 6 t, según la tabla 2. Esta carga se ha de considerar como una carga móvil puntual aplicada sobre una superficie rectangular y se ha de tener en cuenta la sobrecarga debida a las vibraciones en el punto más desfavorable de la sección estudiada.
Además, los elementos constructivos se han de calcular también para una sobrecarga de uso uniformemente repartida de 500 kp/m² (5 kN/m²) en las condiciones de simultaneidad más desfavorables. Se tomará el valor más desfavorable.

Tabla 2. Helicópteros. Cargas normales

Máxima carga de despegue autorizada t	Peso normal de un helicóptero Mp (kN)	Longitud lados sup. apoyo m
2	2 (20)	0,2
6	6 (20)	0,3

1.4. Fuerzas pendulares verticales
Para las fuerzas pendulares verticales, p.e., en columpios, aviones y carruseles voladores, etc., véase DIN 4112; para aparatos deportivos de gimnasios, p.e. anillas, cuerdas de trepar, etc., se aplicará una carga de 200 kp (2 kN) en cada punto de anclaje de las cuerdas (sin considerar la sobrecarga adicional debida a las vibraciones).

2. Sobrecargas horizontales de uso

2.1. Sobrecargas horizontales en antepechos y barandillas a la altura del pasamanos
Las cargas horizontales pueden actuar en cualquier dirección de su plano.

2.1.1. En las escaleras comprendidas en la tabla 1, línea 4a, en los balcones y en las galerías abiertas se considerará una sobrecarga de 50 kp/m (0,5 kN/m).

Tabla 1. Estibadoras de horquilla. Medidas normalizadas

1	2	3	4	5	6	7
Peso total admisible	Capacidad nominal carga	Carga estática por eje (carga normal)	Anchura de rodadura media a	Anchura total b	Longitud total l	Sobrecarga uso uniformemente repartida (carga normal)
t	t	Mp (kN)	m	m	m	kp/m² (kN/m²)
2,5	0,6	2 (20)	0,8	1	2,4	1000 (10)
3,5	1	3 (30)	0,8	1	2,8	1250 (12,5)
7	2,5	6,5 (65)	1	1,2	3,4	1500 (15)
13	5	12 (120)	1,2	1,5	3,6	2500 (25)

2.1.2. En salas de reuniones, iglesias, escuelas, teatros y cines, locales recreativos, pabellones polideportivos, graderías y escaleras comprendidas en la tabla 1, línea 5a se considerará una sobrecarga de 100 kp/m (1 kN/m).

2.2. Cargas horizontales para conseguir suficiente resistencia longitudinal y transversal
Además de la sobrecarga de viento indicada y las demás cargas que actúen horizontalmente, se han de considerar las siguientes sobrecargas horizontales en la dirección más desfavorable, para conseguir suficiente resistencia longitudinal y transversal:

2.2.1. En graderías e instalaciones similares, de asientos o localidades de pie, se ha de considerar una sobrecarga horizontal equivalente a 1/20 de la sobrecarga vertical aplicada justo encima del suelo.

2.2.2 En los andamiajes se ha de considerar una sobrecarga horizontal equivalente a 1/100 de todas las cargas verticales, aplicada a la altura del entarimado.

2.2.3. En elementos, expuestos a vuelco, situados en el interior de un edificio y que por consiguiente no están sometidos a una sobrecarga de viento, p.e. en silos interiores aislados, se ha de considerar una sobrecarga horizontal equivalente a 1/100 de la carga total, aplicada a la altura del centro de gravedad.

2.3. Fuerzas de frenado y sobrecargas horizontales de grúas y puentes-grúa
Las fuerzas de frenado y sobrecargas horizontales de grúas y puentes-grúa se han de calcular según la norma DIN 15018 hoja 1 (en redacción) y DIN 4132 (en redacción).

2.4. Choques horizontales en pilares y muros

2.4.1. Choques horizontales en pilares y muros portantes

2.4.1.1. En calles
En pilares y muros portantes (en lo sucesivo denominados elementos portantes) de edificios situados en zonas urbanas a una distancia inferior a 1 m del bordillo y que por consiguiente están sometidas al peligro de recibir el impacto de un vehículo, p.e. en arcadas transitables, se ha de considerar una sobrecarga horizontal aplicada a 1,2 m de altura, tanto en sentido longitudinal como transversal del elemento portante, de 50 Mp (500 kN) en las esquinas salientes del edificio y de 25 Mp (250 kN) en los demás elementos portantes del edificio; siempre que no se pueda demostrar que la ausencia del elemento portante no afecte a la estabilidad del edificio. Al calcular los cimientos no es necesario considerar esta sobrecarga de choque.
Para los elementos portantes de edificios situados fuera del casco urbano, se ha de aplicar la norma DIN 1072, edición de noviembre 1967, apdo. 7.2.

2.4.1.2. En gasolineras
En los elementos portantes de las cubiertas de gasolineras, que no están situadas junto a un flujo de tráfico continuo, se ha de considerar una sobrecarga horizontal, aplicada a 1,2 m de altura del elemento portante en el sentido más desfavorable, de 10 Mp (100 kN) para tener en cuenta el posible choque de un vehículo –incluso si existe un bordillo de protección– siempre que no se pueda demostrar que la ausencia del elemento portante no afecte a la estabilidad del edificio. Al calcular los cimientos no es necesario considerar esta sobrecarga de choque.

2.4.1.3. En garajes, talleres, almacenes y similares
En los elementos portantes de edificios de una o más plantas, en los que por su uso se prevea el paso de camiones o estibadoras de horquilla, se ha de considerar una sobrecarga horizontal, aplicada a 1,2 m de altura del elemento portante, de 10 Mp (100 kN) para tener en cuenta el posible choque de un camión, y una sobrecarga horizontal, aplicada a 0,75 m de altura del elemento portante, de 5 veces el peso total autorizado según la tabla 1, columna 1. Si estas sobrecargas horizontales no puede resistirlas un solo elemento, se han de proteger con medidas constructivas adecuadas, p.e. protecciones suficientemente deformables de acero para evitar el choque, o reduciendo la fuerza de impacto a un valor admisible.
En los demás casos se ha de aplicar el apdo. 2.4.2 y la norma DIN 1072, edición noviembre 1967, así como las disposiciones adicionales al apdo. 7.2.

2.4.2. Choques horizontales en elementos de cerramiento no portantes
En los garajes de varias plantas, para prever la posibilidad del choque de un turismo contra las paredes exteriores y contra muros que delimiten patios de luces, etc., así como un choque contra el antepecho de barandillas, plataformas de aparcamiento, etc., se ha de considerar una sobrecarga horizontal lineal de 0,2 Mp/m (2 kN/m) actuando hacia el exterior y aplicada a 0,5 m de altura. En los casos en que se prevea el paso de camiones se han de incrementar los valores antes citados hasta una sobrecarga horizontal lineal de 0,5 Mp/m (5 kN) aplicada a 1,2 m de altura. Este último valor se ha de aplicar también en todos los demás edificios de varias plantas en los que se prevea la circulación de camiones.
Además, el impacto de camiones, y en especial de estibadoras de horquilla, contra las paredes y antepechos de rampas, se ha de evitar colocando bordillos, guardarraíles y elementos similares a una altura de 0,2 m.

Tabla 1. Sobrecargas verticales de uso repartidas uniformemente, en cubiertas, forjados y escaleras

	1	2	3	4
	Tipo de uso			Sobrecarga vertical kp/m² (kN/m²)
	Cubiertas horizontales o inclinadas hasta 20 %	**Forjados**	**Escaleras** incluidos los descansillos	
1a		Suelos, que por su espesor sólo son accesibles condicionalmente		100 (1)
1b		Forjados prefabricados con escasa capacidad portante durante la puesta en obra, transitados por hormigoneras de hasta 100 l de capacidad		
2a		Habitaciones de viviendas sin suficiente reparto transversal de las cargas, p.e. según DIN 1045		150 (1,5)
2b		Forjados prefabricados con escasa capacidad portante durante la puesta en obra, transitados por hormigoneras de hasta 150 l de capacidad		
3a		Viviendas sin suficiente reparto transversal de las cargas, p.e. según DIN 1045 y forjados de viguetas de madera. Si esta sobrecarga se transmite a elementos estructurales verticales, se puede reducir en 50 kp/m² (0,5 kN)		
3b	en caso de permanencia temporal de personas[1]	Oficinas, comercios de hasta 50 m² en edificios de viviendas; pasillos y desvanes en edificios de viviendas y oficinas; habitaciones de hospital; establos para animales pequeños		200 (2)
3c		Forjados prefabricados con escasa capacidad portante durante la puesta en obra, transitados por hormigoneras de hasta 200 l de capacidad		
4a	Cubiertas accesibles de edificios aterrazados, azoteas ajardinadas, si no están sometidos a cargas mayores	Balcones y galerías de más de 10 m² de superficie; sótanos de viviendas, aulas, salas de tratamiento médico, cocinas y pasillos en hospitales	en edificios de viviendas	350 (3,5)
4b		Garajes transitados por turismos o similares hasta un peso máximo de 2,5 t, para separaciones entre pilares $l \geqq l_o$, siendo $l_o = 3$ m para losas y $l_o = 5$ m para vigas. Para separaciones entre pilares $l < l_o$ la carga indicada en la columna 4 se ha de multiplicar por el factor l_o/l, aunque este factor no puede ser mayor a 1,43; este factor no se ha de tener en cuenta en la posterior transmisión de cargas a pilares o muros.		350 (3,5)
5a		Balcones, galerías y porches de menos de 10 m² de superficie; sótanos especiales, p.e. para almacenar carbón		
5b	Heliopuertos (cargas unitarias véase apdo. 6.4)	Salas de edificios públicos, p.e. iglesias, teatros, salones de baile, gimnasios, graderías con asientos fijos. Pasillos de acceso a las aulas, salas de exposiciones, comercios y grandes almacenes, librerías, archivos; si del cálculo según la norma DIN 1055, hoja 1.ª no resultan valores mayores; grandes cocinas, mataderos, panaderías; fábricas y talleres con funcionamiento ligero, cubiertas no transitables de sótanos, establos de animales grandes	en edificios públicos según columna 2, fila 5b, 4b	500 (5)
5c		Accesos y rampas a garajes, transitados por turismos o similares hasta un peso máximo de 2,5 t; para la transmisión posterior de esta carga a los pilares o muros correspondiente se ha de disminuir a 350 kp/m² (3,5 kN/m²)		
6		Graderías sin asientos fijos; talleres y fábricas, así como almacenes, si no se han de considerar cargas mayores según las líneas 7a hasta 7f		750 (7,5)
7a				1000 (10)
7b				1250 (12,5)
7c		Talleres y fábricas, así como almacenes de funcionamiento intenso, p.e. de estibadoras de horquilla (véase apdo. 1.2). La sobrecarga se ha de calcular en cada caso particular. Si se trata de una carga uniformemente repartida, es recomendable elegir alguno de los valores indicados en la columna 4. Si esta sobrecarga sirve para sustituir elevadas cargas puntuales (p.e. maquinaria pesada) puede reducirse escalonadamente para las jácenas y pilares, previa autorización de la dirección facultativa y la nueva hipótesis de carga, que se aplica a toda la superficie, es considerablemente mayor que la carga que actúa realmente en la superficie (incluso al montar y desmontar las máquinas)		1500 (15)
7d				2000 (20)
7e				2500 (25)
7f				3000 (30)

[1] Para esta sobrecarga de uso no se han de tener en cuenta, por regla general, la sobrecarga de viento ni la sobrecarga de nieve; sin embargo se ha de comprobar la succión del viento.
[2] Se ha de considerar una carga puntual de 100 kp (1 kN) en la posición más desfavorable, si no es más desfavorable la sobrecarga de uso de 200 kp/m² (2 kN/m²). La anchura de reparto de la carga puntual se supone igual a la anchura de la losa. Para una anchura de reparto de al menos 0,5 m, sólo se necesita la comprobación para separaciones entre pilares inferiores a 2 m.

Tabla 2. Reducción de las sobrecargas de uso en elementos constructivos, que reciben las cargas de más de tres plantas completas e igual carga en todos los pisos

	N.° de plantas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Edificios de viviendas etc. según a)												
1	Reducción en %	0	0	0	20	40	60	80	80	80	40	40	40
2	Coeficiente reductor α	1	1	1	0,95	0,88	0,8	0,71	0,65	0,6	0,6	0,6	0,6
	Talleres, etc. según b)												
3	Reducción en %	0	0	0	10	20	30	40	40	40	20	20	20
4	Coeficiente reductor α	1	1	1	0,98	0,94	0,9	0,86	0,83	0,8	0,8	0,8	0,8

Para el cálculo de elementos constructivos que reciben la carga de más de tres pisos, para la posterior transmisión de las sobrecargas de uso en balcones y galerías, se puede reducir en todas las plantas la sobrecarga de 350 kp/m² (3,5 kN/m²) o 500 kp/m² (5 kN/m²) según el apdo. 3.1. tabla 1 a 150 kp/m² (1,5 kN/m²).

4. Reducción de las sobrecargas de uso

Al calcular los elementos constructivos que reciben las cargas de más de tres plantas completas, como pilares, jácenas, muros, etc. y al calcular la correspondiente presión ejercida en el suelo, la sobrecarga de uso total, obtenida sumando las sobrecargas de uso de cada una de las plantas, se puede reducir según las reglas que se indican a continuación. Sin embargo, en talleres de uso intenso y en almacenes no está permitida aplicar estas reducciones de cargas.
Las sobrecargas de uso de las tres plantas del edificio que mayor carga ejercen sobre un elemento constructivo se han de contabilizar con toda su carga, en cambio, la sobrecarga ejercida por las demás plantas (en caso de plantas con sobrecargas diferentes ordenadas de forma decreciente), puede reducirse según un factor decreciente. Este factor es de:

a) En edificios de viviendas, oficinas o comercios entre un 20 %, como mínimo, y un 80 % como máximo.
b) En talleres de uso ligero o grandes almacenes y en edificios, que se destinan en parte a taller o grandes almacenes, entre un 10 %, como mínimo, y un 40 % como máximo.

Sin embargo, la reducción de todas las sobrecargas que recibe un elemento constructivo no puede ser superior al 40 % para los edificios comprendidos en el apdo. a), ni superior al 20 % en los edificios comprendidos en el apdo. b).
Si las sobrecargas de las diferentes plantas son iguales, la reducción en tanto por ciento se indica en las líneas 1 y 3 de la tabla 2 y el factor de reducción α (la proporción de sobrecarga de uso a considerar en el cálculo, en relación con la sobrecarga de uso total) se indica en las líneas 2 y 4 de la misma tabla.

BIBLIOGRAFÍA

Abreviaturas

AF	= *Architectural Form* (28 West 57th Street, Nueva York, N.Y.).
AIT	= *Architektur Innenarchitektur Techn. Ausbau* (hasta 1979 *Architektur und Wohnwelt*) (Fasanenweg 18, 7022 Leinfelden-Echterdingen).
AJ	= *Architectural Review* (1 Queen Anne's Gate 9-13, Westminster, Londres SW 1).
AR	= *Architectural Record* (119 West 40th Street, Nueva York, N.Y.).
Ark	= *Arkitekten* (Ainogatan 3, Konsthallen, Helsinki).
AW	= *Architektur und Wohnform* (Hauptstätter Strasse 87, 7000 Stuttgart 1).
AWW	= *Architektur und Wohnwelt* (Postfach 308, 7000 Stuttgart 1).
B	= *Bau* (anteriormente *Saarbrücken*).
Bagno, Il	= *Das Bad* (Via Fratelli Bressan 2, 2016 Milán).
bba	= *Planen und Bauen* (Postfach 10 02 52, 7022 Leinfelden-Echterdingen).
Bg	= *Baugilde* (anteriormente Berlín).
Bm	= *Baumeister* (Streitfeldstrasse 35, 8000 Múnich 80).
Bw	= *Bauwelt* (Schlüterstrasse 42, 1000 Berlín 15).
Bz	= *Das Bauzentrum* (Postfach 4207, 6100 Darmstadt).
Cu	= *L'ambiente cucina* (Via Fratelli Bressan 2, 20126 Milán).
DA	= *Der Architekt* (BDA) (Ippendorfer Allee 14b, 5300 Bonn 1).
DAB	= *Deutsches Architektenblatt* (Schrempfstrasse 8-10, 7000 Stuttgart 70).
db	= *Deutsche Bauzeitung* (Postfach 1060 12, 7000 Stuttgart 10).
DBZ	= *Deutsche Bauzeitschrift* (Carl Bertelsmann Strasse 270, 4830 Gütersloh).
Detail	= *Architektur und Baudetail* (Franz-Josef Strasse 9, 8000 Múnich 40).
EGH	= *Informationsdienst Holz* (Füllenbachstrasse 6, 4000 Düsseldorf 30).
d-extrakt	= *Informationsdienst für neuzeitiliches Bauen* (Argelandstrasse 47, 5300 Bonn).
Gf	= *Glasform* (Steinwaserstrasse 6-8, 7060 Schorndorf).
GI	= *Gesundeitsingenieur* (Rosenheimer Strasse 145, 8000 Múnich 8).
Häuser	= *Magazin für Internationales Wohnen* (Warburgstrasse 50, 2000 Hamburgo 36).
In	= *Interiors* (11 East 44th Street, Nueva York, N.Y.).
MB	= *Moderne Bauformen* (anteriormente Stuttgart).
n.°	= número.
p.	= página.
SBF	= *Sport+Bäder+Freizeit-Bauten* (Postfach 17 02 35, 4000 Düsseldorf 1).
s.e.	= sin editor o título de la publicación.
s.f.	= sin fecha de publicación.
SHE	= *Stein-Holz-Eisen* (anteriormente Múnich).
s.l.	= sin lugar de edición.
s. n.°	= sin número de la publicación.
TAB	= *Technik am Bau* (Carl Bertelsmann Strasse 270, 4830 Gütersloh).
VDI	= *V.D.I.* revista (Carl Recke Strasse 84, 4000 Düsseldorf 1).
WMB	= *Wasmuthss Monatshefte für Baukunst und Städtebau* (anteriormente Berlín).
ZB	= *Zentralblatt für Bauverwaltung* (anteriormente Berlín).
ZI	= *Zentralblatt für Industriebau* (Am Schiffgraben 43, 3000 Hannover 1).

Bibliografía

P. 12-14. Schneider, H.-J.: *Handbuch - Sanitärtechnik*, Vogel, Würzburg, 1979.

P. 16-17. Dt. Verein des Gas und Wasserfaches e.V. Eschborn: *Techn. Regeln für Gas-Installation*, DVGW-TRGI, s.l., 1986

Flotow, P. von/Leiermann, H.: *Gas Installationsdetails*, Ruhrgas AG, Essen, 1990.

P. 21. Heegen: *Das sichere Haus*, Vieweg, Wiesbaden, s.f.

P. 26. Jones, V.: *Neufert Architect's Data*, Collins, Londres, 1980.

P. 30. RWE: *RWE Handbuch*, Energie Verlag, Heidelberg, 1986.

Frank, W.: *Raumklima und thermische Behaglichkeit* («Berichte aus der Bauforschung», n.° 104), Ernst & Sohn, Düsseldorf, 1975.

Grandjean, Étienne: «Raumklima», cap. 6 de *Wohnpsysiologie*, Architektur Verlag/Artemis, Zúrich, 1973.

Fuchs, Günther: *Kleine Raumklimatologie* (ed. privada), s.l., 1970.

Eisenschink, Alfred: *Falsch geheizt ist halb gestorben*, Resch, s.l., 3.ª ed. 1989.

Lutz, P./Jenisch, R./Klopfer, H./Freymuth, H./Krampf, L.: *Lehrbuch der Bauphysik*, Teubner Verlag, Stuttgart, 1985.

KRUSCHE/ALTHAUS/GABRIEL: *Ökologisches Bauen*, Bauverlag, Wiesbaden, 1982.
BUSS, Harald: *Aktuelles Tabellenhandbuch Feuchte, Wärme, Schall*, Weka Verlag, Kissing, 1987.
P. 34-37. PORTMANN, D.: «Elementiertes Bauen», en *DBZ*, n.° 2, 1983.
P. 45-52. WERNER/PASTOR/MÜLLER: *Lexikon des Baurechts*, C.H. Beck Verlag, Múnich, 1988.
BAUER, Walter: *Einführung in das Recht der BRD*, C.H. Beck Verlag, Múnich, 1987.
LOCHNER: *Das private Baurecht*, C.H. Beck Verlag, Múnich, 1983.
LOHMANN: *Verpflichtungsverträge*, vol. 2 de *Vertragsrecht*, Kohlhammer Verlag («Studienbücher»), Stuttgart, 1978.
METHFESSEL: *Vertragsrecht*, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1977.
VYGEN: *Bauvertragsrecht*, según VOB y BGB, Bauverlag GmbH, Wiesbaden y Berlín, 1984.
MANTSCHEFF: *Einführung in die Baubetriebsdlere*, vols. 1 y 2, Werner Verlag, Düsseldorf, 1985.
HOFFMANN/KREMER: *Zahlentafel für den Baubetrieb*, Teubner Verlag, Stuttgart, 1986.
RÖSEL: *Verfahren*, vol. 1 de *Stichwort AVA*, Bauverlag GmbH, Wiesbaden y Berlín, 1986.
FRANKE/PORTZ: *Handbuch für die Baupraxis*, Werner Verlag, Düsseldorf, 1985.
GLATZEL/HOFFMANN/FRIKELL: *Unwirksame Bauvertragsklauseln*, según las leyes AGB, Verbände der Bauwirtschaft, Hessen, 1986.
GAEB: *Anwenderhandbuch*, Beuth Verlag GmbH, Berlín y Colonia, 1985.
SCHWARZ: *Daten und Informationsverarbeitung in Planung und Steuerung von Bauprojekten*, Ernst & Sohn, Berlín, 1988.
AITA/VEIT/SCHLICHEGGER: *Planungs- und Bauablauf - die Steurerung bauwirtschaftlicher und baubetrieblicher Prozesse*, Springer Verlag, Viena, 1976.
RÖSEL: *Baumanagement, Grunlagen, Technik, Praxis*, Springer Verlag, Viena, 1976.
FROMMHOLD/HASENJÄGER: *Wohnungsbau Normen*, Werner Verlag, Düsseldorf, 1988.
BGB: *Bürgerliches Gesetzbuch*, Beck Texte im DTV, Múnich, 1987.
VOB: *Verdingungsordnung für Bauleistungen*, Beuth Verlag GmbH, Berlín y Colonia, 1988.
VOB im Bild: *Verdingungsordnung für Bauleistungen im Bild*, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1988.
Standardleistungsbücher für das Bauwesen, Beuth Verlag GmbH, Berlín, 1989.
NEUFERT/RÖSEL: *Bauzeitplanung*, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1974.
P. 56-57. KERSCHKAMP/PORTMANN: *Erläuterung zu DIN 18 000* «Modulordnung im Bauwesen», Beuth Verlag, Berlín, s.f.
P. 59. SIMMER, K.: *Grundbau*, Teubner Verlag, Stuttgart, s.f.
P. 60. WENDERHORST/MUTH: *Erd- und Grundbau*, Teubner Verlag, Stuttgart, s.f.; véase del primero: *Tablas numéricas para la construcción*, Editorial Labor, SA, Barcelona, 1961.
P. 61-63. MUTH: *Dränung erdberührter Bauteile*, Eigenverlag Muth, Karlsruhe, s.f.
P. 80-83. Dt. Dachgärtnerverband e. V.: *Grüne Dächer-Gesunde Dächer*, s.e., Baden-Baden, 1935.
P. 85. BM für Raummordnung: *Bauten des Bundes 1965-1980*, s.e., Karlsruhe, 1980.
Preussag AG: *Das Stahlbau Dach-Olympia 1972*, s.e., Hannover, 1972.
P. 86. CHASTIN, François/FOSTER, Norman: *Beispielhafte Bauten*, DVA, Stuttgart, 1987.
SCHMITZ, H.-C. (ed.): *Industriearchitektur in Europa. Constructa-Preis 86*, Quadrato, Brunswich, 1986.
Beratungsstelle für Stahlverwendung (ed.): *Stahl und Form: Acht Sporthallen - Entwicklung und Vergleich. Arch. Behnisch und Partner*, s.e., Düsseldorf, 1984.
«Bauen mit Stahl», en *DAB*, n.° 2, 1983.
P. 87. *MERO-Konstruktionsatlas*, MERO, Würzburg, 1977.
MENGERINGHAUSEN, M., Dr. Ing.: *Komposition im Raum*, Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH, s.l., 1983.
Scan Space: información de la fábrica Scan Space, Düsseldorf, s.f.
P. 88. *MERO-Konstruktionsatlas*, MERO, Würzburg, 1977.
MENGERINGHAUSEN, M., Dr. Ing.: *Komposition im Raum*, Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH, s.l., 1983.
«Deutsche Bauzeitung», en *db*, n.° 4, 1989.
P. 89. Krupp Montal: información de Krupp Stahlbau, Hannover, s.f.
KEBA: información de Arn. Georg AG, Neuwied, s.f.
Scan Space: información de Hansen Consult GmbH, Düsseldorf, s.f.
P. 90. HEINZE: *Neubau, Modernisierung, Sanierung*, s.e., Celle, 1978.
Dt. Dachgärtnerverband e. V.: *Dachgärtnerrichtlinien*, Baden-Baden, 1985.
Leca Deutschland GmbH: información de la empresa, Habtenbeck, s.f.
re-natur GmbH: información de la empresa, Ruhwinkel-Wankendorf, s.f.
P. 93-96. Ruhrgas AG: *Gas-Installationsdetails*, Essen, s.f.
Heizungsanlagenverordnung-Heizanl VO DIN 4701, 4108, 4755, Beuth Verlag, Berlín, s.f.
P. 97. VdF: *Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten VdF*, s.l., s.f.
TRbF: *Techn. Regeln für brennbare Flüssigkeiten*, s.l., s.f.
P. 98. Rhein. Braunkohlenwerke AG: *Planungshinweise*, Colonia, 1941.
P. 99. BLIND, H.: *Wasserbauten aus Beton*, Ernst & Sohn, Berlín,

1987, pp. 331-397.
MOSONYI, E.: *Wasserkraftwerke*. Vol. 1: *Niederdruckanlagen*; vol. 2: *Hochdruckanlagen, Kleinkraftwerke, Pumpspeicheranlagen*, VDI Verlag, Düsseldorf, 1966.
PRESS, H.: *Wasserkraftwerke*, Ernst & Sohn, Berlín, 1967.
SCHAEFER, H.: *VDI-Handbuch Energietechnik (Lexikon)*, VDI Verlag, Düsseldorf, 1991.
DE SIERVO, F./DE LEVA, L.: «Modern trends in selecting and designing Pelton turbines», en *Water Power & Dam Construction*, vol. 30, 1978, n.° 12, pp. 40-47.
DE SIERVO, F./DE LEVA, L.: «Modern trends in selecting and designing Francis turbines», en *Water Power & Dam Construction*, vol. 28, 1976, n.° 8, pp. 28-35.
DE SIERVO, F./DE LEVA, L.: «Modern trends in selecting and designing Kaplan turbines», en *Water Power & Dam Construction*, vol. 29, 1977, n.° 12, pp. 51-56.
DE SIERVO, F./DE LEVA, L.: «Modern trends in selecting and designing reversible Francis pump-turbines», en *Water Power & Dam Construction*, vol. 32, 1980, n.° 5, pp. 33-42.
DIN 1080 T 7: «Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen-Wasserwesen», marzo de 1979.
DIN 4320: «Wasserturbinen. Benennungen nach der Wirkungsweise und nach der Bauweise», octubre de 1971.
DIN 19752: «Wasserkraftanlagen. Regeln für Planung und Betrieb», abril de 1986.

P. 100. OHLWEIN, Klaus: *Das Sonnenhaus von nebenan*, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1936.
MOENES, G.: «Das Energieproblem oder die Abrüstung im Bauen», en *DA*, s. n.°, 1989.

P. 101. MARSHALL, F.: «Raumklima unter Glas», en *DBZ*, n.° 7, 1986.

P. 102. *Techn. Leitfaden Glas am Bau*, Verlag GmbH, Aquisgrán, s.f.

P. 103-109. Zentralverband: *Sanitär Heizung Klima*, St. Augustin 1, s.f.
MAAKE-ECKERT: *Pohlmann Taschenbuch für Kältetechniker*, C.F. Müller, Karlsruhe, s.f.

P. 110-116. *Wärmeschutzverordnung-Wärmeschultz V*, 1982.

P. 117-119. DIN 4109, Berlín, s.f.

P. 121-124. TRÜMPER, G./OVERATH, D.: *Körperschall, Raumakustik*, 5068 Odenthal, s.f.

P. 125-126. FIBIER, M.: «Innerer und äußerer Blitzschutz», en *DBZ*, n.° 8, 1980.

P. 128-135. Arbeitsstätteneichtlinien: «Künstliche Beleuchtung», en *'ASR*, vol. 7, n.° 3, 1979.

P. 137-142. Vereinigte Glaswerke GmbH: *Glaskatalog*, Aquisgrán, s.f.
Bauglasindustrie GmbH: *Glaskatalog*, 6612 Schmelz, s.f.
Gerresheimer Glas AG: *Glassteinarchitektur Techn. Handbuch*, 4000 Düsseldorf 12, s.f.
Fachglas AG: *Glaskatalog*, 4650 Gelsenkirchen, s.f.
Röhm GmbH: *Plexiglas*, 6100 Darmstadt, s.f.

P. 144-156. FISCHER, U.: *Tageslicht*, R. Müller, Colonia, 1982.
PAULISCH, A./REICHEL, B.: *Heizen mit Umgebungsenergie*, Dt. Consulting Verlag, Essen, 1980.
BM für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: *Bau- und Wohnforschung, Handbuch Passive Nutzung der Solarenergie*, H. Fuck, Coblenza, 1984.
Dt. Norm Normenausschuß Lichttechnik: *Tageslicht in Innenräumen*, Beuth Verlag, Berlín, 1985.
TONNE, F.: *Besser Bauen*, K. Hofmann, Stuttgart, 1954.
BECKER, D./EPSEN: *Tageslicht + Architektur*, C.F. Müller, Karlsruhe, 1986.
KLAUS ESSER KG: *Wie hell ist hell?*, K. Esser KG, Düsseldorf, 1970.
ECKSTEIN, R.: *Tageslicht, Entwurfskriterien und architektonische Formgebung* (trabajo académico, manuscrito), Darmstadt, 1988-1989.
Rhein.-Westfälische Elektrizitätswerke AG: *RWE Bau-Handbuch Technischer Ausbau*, RWE, Essen, 1987-1988.
LUTZ, P./JENISCH, R./KLOPFER, H./FREYMUTH, H./KRAMPF, L.: *Lehrbuch der Bauphysik*, Teubner Verlag, Stuttgart, 1985.
SCHILD, Erich/CASSELMANN, H./DAHMEN, G.: *Bauphysik, Planung und Anwendung*, Vieweg, Brunswich, 3.ª ed. 1982; véase del primero: *Estanquidad e impermeabilización en la edificación*, 5 vols., Editores Técnicos Asociados (ETA), Barcelona, 1978-1983.
SLESIN, S./CLIFF, S./ROZENSTROCH, D.: *Japanese Style*, Thames & Hudson, Londres, 1987.
HOFMANN, H.: «Licht im Museum», en *Bw*, vol. 20, n.° 21, 1985.
SCHÜEPP, M./SCHIRMER, H.: *Das Klima Österreichs, der BRD, der DDR und der Schweiz Arbeitsbericht*, Schweizer. metereol. Zentralanstalt Nr., Zúrich, 1973.
SCHMITT, Heinrich: *Hochbaukonstruktion*, Carl Bertelsmann, Düsseldorf, 1974; versión castellana: *Tratado de construcción*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1978.
BARTENBACH, C./KLINGER, M.: «Lenken und Spiegeln», en *Werk, Bauen & Wohnen*, Zúrich, 1987, n.° 12.
RASTORFER, D.: «13 Projects by Gunnar Birkerts», en *AR*, n.° 3, 1987.
FLEIG, Karl (ed.): *Alvar Aalto*. Vol. 2: *1963-1970*, Verlag für Architektur/Artemis, Zúrich, 2.ª ed. 1984; versión castellana: *Alvar Aalto. Obras 1963-1970*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1971.
ECKHOUT, M.: «Der Schall im Saal (Konzertsaal mit TL in der Alten Börse, Amsterdam)», en *Bw*, n.° 13, mayo de 1990.
ECKSTEIN, R.: *Projekte* (trabajo académico), Darmstadt, 1989.
WEBER, H.O.: *Arbeitsstättenverordnung*, C. Heymanns, Colonia, Berlín, Bonn y Múnich, 3.ª ed. ampliada 1983.
PALZ, W./Comisión de la Unión Europea: *Atlas über die Sonneneinstrahlung Europas* (vol. 1), TÜV Rheinland,

Colonia, 1990.
RECKNAGEL, Sprenger, E. (ed.): *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*, R. Oldenbourg, Viena, 1977.
WACHENBERGER, H. y M.: *Mit der Sonne bauen. Anwendung passiver Sonnenenergie*, Callwey, Múnich, s.f.
BOSSEL, U.: *Solentec Report, Klimadaten Europas*, Solentec GmbH, Adelebsen, 1979.
P. 160. Inform. Erdgasheizung Essen: *Faustwerte*, Karl Krämer, Stuttgart, 1987.
P. 162. MEYER-BOHE, W.: «Sonnenschutz», en *DBZ*, n.° 7, 1987.
P. 167. *Verordnung über Aufzugsanlagen-AufzV*, s.l., 1988.
TUTT, Patricia/ADLER, D.: *Window Cleaning New Metric Handbook*, s.e., Londres, 1979; véase de la primera: *Proyectos*, Hermann Blume Ediciones, Madrid, 1985.
P. 170-171. REITMAYER, V.: *Holztüren und Holztore*, J. Hofmann, Stuttgart, 1979.
P. 173-179. ADARMA: *Gebäude-und Geländesicherung*, Múnich, 1979.
HEBGEN, H.: *Sicheres Haus*, Vieweg, Brunswich, 1980.
BIELMEYER, Riehle: «Planung von Türen und Toren», en *DAB*, n.° 4, 1986.
«Treppenarten», en *DAB*, n.° 6, 1986.
P. 179. MEYER-BOHE, W.: «Transportsysteme im Hochbau», en *DBZ*, n.° 9, 1984.
P. 186-192. Forschungsgesellschaft für das Straβenverkehrswesen: *Straβen, Radwege*, Colonia, 1985 y 1986.
HAWLITZECK, Rhein. Straβenbauamt: *Autobahnen*, Euskirchen, s.f.
PRINZ, Dieter: *Städtebau*, vols. 1 y 2, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1987; versión castellana: *Planificación y configuración urbana*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1983.
P. 193. Forschungsges für das Straβenw: *Straβenbahn-Bau-und Betriebsordnung (BOSStrab)(RAS-Ö)*, Colonia, 1965.
P. 196. PRINZ, Dieter: *Städtebau*, vols. 1 y 2, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1987; versión castellana: *Planificación y configuración urbana*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1983.
P. 198. HENJES, K.: «Holz am Bau», en *DBZ*, n.° 7, 1968.
SEYMOUR, Jacqueline: *Selbstversorgung aus dem Garten*, Maier, Revensburg, s.f.; véase: *Flores de jardín*, Ediciones Castell, SA, Barcelona, 1978, y —en catalán— *Flors de jardí*, Edicions Castell, SA, Barcelona, 1978.
P. 201-202. BRANDECKER, H.: *Gestaltung von Böschungen*, s.e., Salzburgo, s.f.
P. 205. KREUTER, M.L.: *Der Biogarten*, BLV, Múnich, s.f.
P. 206. KAPPLER, H.P.: *Das private Schwimmbad*, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1986.
P. 215-222. Arbeitsgemeinschaft: *Die moderne Küche e. V.*, Darmstadt, s.f.
RWE: *Bauhandbuch technischer Ausbau*, 4300 Essen 1, s.f.
P. 226-227. KAPPLER, H.P.: *Das private Schwimmbad*, Bauverlag. GmbH, Wiesbaden, 1986.
P. 228-229. Empresa Miele: *Wäscherei/Waschanlagen*, Gütersloh, s.f.
P. 235-238. PRINZ, Dieter: *Städtebau*, vols. 1 y 2, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1987; *versión castellana: Planificación y configuración urbana*, Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 1983.
P. 244. LUDES, M.: «Häuser mit Gangerschlieβung», en *DBZ*, n.° 9, 1978.
P. 245. «Terrassenhäuser», en *DBZ*, n.° 2, 1968.
P. 246-247. BM für Raumordnung und Städtebau: *Bautechnische Grundsätze für Schutzräume*, Bonn, s.f.
P. 248-252. RAU, O./BRAUNE, V.: *Der Altbau*, A. Koch, Leinfelden, 1985.
P. 253-255. WOLFF, Arnold: *Das stählerne Geheimnis des Kölner Doms «Stahlbauten in Köln und Umgebung»*, Colonia, s.f.
KRINGS/ROTT/HÜBNER/KÜNZER/GERHARDS/SIEGMUND: «Köln Hauptbahnhof und seine Bahnsteige», en *Die Bundesbahn*, n.° 6, 1987.
KLIEM, A.: «Sanierung der Halle Münsterland in Münster», en *Bauingenieur*, n.° 58, 1983.
«Sanierungen», en *DBZ*, n.° 3, 1989, Archiv DSTV. *Bm*, n.° 6, 1986.
SCHMITT/VOGEL/WEDEKIND: «Weitgespannte Stahlkonstruktion überbrückt Betriebsgebäude», en *Bauingenieur*, n.° 9, 1989, Archiv DSTV.
BENSEMANN, K.-H.: «Terrassenhäuser am Hang», en *DBZ*, n.° 5, 1975.
P. 256-264. MAASS, J.: *Institut für Schulbau RWTH*, Aquisgrán, s.f.
HEINZE GmbH: *Schulen*, 3100 Celle, s.f.
«Schulzentren», en *Gf*, n.° 4, 1979.
«Schulen Beispiele», en *Gf*, n.° 4, 1979.
«Groβraum im Schulbau», en *DBZ*, n.° 2, 1971.
ANDERS, G./ELSNER, G.: «Groβraum im Schulbau», en *DBZ*, n.° 5, 1973.
OTTEL, R.: «Flexibilität im Schulbau», en *DBZ*, n.° 1, 1976.
SCHMITTMANN/HAAS/DIEZ: «Planung und Nutzung eines Schulgroβraums», en *DBZ*, n.° 10, 1979.
«Groβraum im Schulbau», en *DBZ*, n.° 2, 1971.
P. 265-269. «Hochschulen», en *DBZ*, n.° 1, 1968, n.° 7, 1972, n.° 6, 1976, y n.° 5, 1978.
«Mensa-Bauten», en *DBZ*, n.° 10, 1980.
P. 271-274. «Laboratorium», en *DBZ*, n.° 5, 1973, y n.° 10, 1976.
P. 275. «Kindertagesstätte», en *DBZ*, n.° 2, 1976.
P. 276. Land NRW: *Spielen*, Düsseldorf, 1985.
P. 279-280. Schweigler, P.: *Einrichtung und techn. Ausstattung von Bibliotheken*, Reichert, Wiesbaden, 1977.
P. 281. HOFER/KANDEL: *Hochschulbibliotheken*, Sauer, Múnich, 1984.

BANGHARD, A.: *Gebäudeanalysen zur Funktionskontrolle*, s.e., Berlín, 1986.
Grupo de trabajo del Plan de bibliotecas para Baden-Württemberg: *Gesamtplan für das wissenschaftliche Bibliothekswesen*, Múnich, 1973.
FUHROTT, R./JOPP, K.: *DIN Fachbericht 13*, Beuth Verlag GmbH, Berlín, 1988.
HENNING, Wolfram: *Bibliotheksbau in Deutschland von 1973-1980*, s.e., Gütersloh, 1980.
P. 282-283. RAMCKE, R.: *Die Präsentation der öffentl. Bibliothek 2 «Die Kinderbibliothek»*, s.e., Berlín, 1982.
Die Präsentation der öffentl. Bibliothek 3 «Architektur und Ausstattung», s.e., Berlín, 1982.
SCHWEIGLER, P.: *Einrichtung und techn. Ausstattung von Bibliotheken*, Reichert, Wiesbaden, 1977.
THOMPSON, G.: *Planning and Design of Library Buildings*, s.e., Londres y Nueva York, 1977.
P. 284-306. PUELL, Richard: «Die Dritte Alternative?», en *Bw*, n.° 6, 1991.
JOEDICKE, Jürgen: *Bürobauten*, s.e., Stuttgart, 1962; véase *Estructuras en voladizos y cubiertas*, Editorial Sudamericana, SA, Buenos Aires / Editorial Hermes, SA, México, DF, 1972.
SIEVERTS, Ernst: «Bürohaus- und Verwaltungsbau» (Stuttgart, 1980), en *Bm*, n.° 10, 1985.
«Tendenz heute: Vom Groβraum zum Individualraum», en *Bm*, n.° 10, 1985.
HENKEL AG: *Seminarbericht von 21 april 1989 «Bürosanierung in der Praxis»*, s.l., 1989.
GOTTSCHALK, Ottomar: «Verwaltungsbau für die 90er Jahre», en *DBZ*, n.° 3, 1989.
SIEVERTS, Ernst: «Probleme der Reversibilität», en *Der Architekt*, n.° 10, 1978.
GOTTSCHALK, Ottomar: «Neue Kriterien für Verwaltungsgebäude», en *DBZ*, n.° 12, 1987, n.° 8, 1985 y n.° 3, 1989.
FUCHS, Wolfram: «Das Kombi-Büro», en *Bw*, n.° 6, 1991.
PUFFERT, Maren/Bernhard Steiner: «Acht Prüfungen», en *Bw*, n.° 6, 1991.
SIEVERTS, Ernst: «Büro der Zukunft», en *DAB*, n.° 9, 1990.
DUFFY/ELEY/GIFFONE/WORTHINGTON: *ORBIT 2 - Study on Organizations, Buildings and Information Technology Northwalk*, s.e., Ct., 1986.
MIES VAN DER ROHE, Ludwig: revista *G*, Berlín, 1923.
KAHL, Eberhard: «Gebäudestrukturen des Bürobaues», en *DBZ*, n.° 3, 1985.
EHRKE, Rainer: «Natürlich klimatisieren», en *DBZ*, n.° 9, 1990.
REUTER, Fritz: «Luft- und Lichttechnik», en *Industriebau*, n.° 4, 1980.
AHRENS, Günther: «Das Bürogebäude im Wandel», *DBZ*, n.° 4, 1989.
SIEVERTS, Ernst: «Aktueller Stand der Planung von Büroarbeitsplätzen», en *DAB*, n.° 9, 1990.
VOLPERT, Walter: «Psychologie des EDV-Arbeitsplatzes», en *VFA Profil*, s. n.°, septiembre de 1990.
«Wolkenkratzer in den USA», en *Bm*, n.° 2, 1984.
FUHRMANN, Peter: «Aufzugsanlagen», en *DBZ*, n.° 9, 1987.
PALESCH, Siegfried: «Die Entwicklung des Hochhauses und das John Hancock Center Chicago», en *Architektur + Wettbewerbe*, n.° 113, 1983.
GRUBE, Oswald W.: «Himmelhoch konstruieren. Werk», en *Bauen + Wohnen*, n.° 9, 1987.
SCHIRMER, Wolf (ed.): *Egon Eiermann 1904-1970. Bauen und Projekte*, DVA, Stuttgart, 1984.
GERBER, Carl GmbH (ed.): *Entscheidung zur Form*, modulverlag GmbH, s.l., 1973.
Beratungsstelle für Stahlverwendung (ed.): *Stahl und Form-Egon Eiermann*, Atelier Kinold, s.l., 1974.
P. 310-313. KIEF, H./NIEDERWOHRMEIER, H.: «Gestaltungsmerkmale neuer Glaspassagen», en *AIT*, n.° 5-6, 1986.
GEIST, J.F.: *Passagen ein Bautyp des 19. Jahrhunderts*, s.e., Múnich, 1978.
P. 314. RUDOLPH, P./IDELBERGER, K.: «Lichtdächer und Lichtwände», en *DBZ*, n.° 10, 1984.
MÜLLER, D.: «Durchsichtige Straβenüberdachungen», en *DBZ*, n.° 10, 1987.
ARCH, S.M./GLÄSSEL, J.W.: «Glasüberdeckte Atrien», en *DBZ*, n.° 4, 1983.
KREHWINKEL, H.W.: «Glasdächer über öffentlichem Raum», en *Gf*, n.° 2, 1989.
P. 323-326. Verband für Lagertechnik: *Lagertechnik und Betriebsführung*, Hagen, s.f.
P. 327-332. Oficina de la región de Baden-Württemberg: *Planungshilfen*, Stuttgart, 1981.
P. 333. VAG: *Planungsbeispiele*, Wolfsburg, s.f.
P. 335. RÜHL, G./HANTSCH, G./HEITZ, F.: *Planung und Einrichtung von Karosseriereparaturbetrieben*, s.e., Karlsruhe, 1982.
P. 336. Dt. Handwerksinstitut München: *Planung und Einrichtung von Kraftfahrzeubetrieben*, Schorndorf, 1981.
P. 339-344. ACKERMANN, Kurt: *Industriebau*, s.e., Stuttgart, 1984.
AGGETELEKY, Béla: *Fabrikplanung*, s.e., Múnich, 1970.
AGGETELEKY, Béla: *Systemtechnik i. d. Fabrikplanung*, s.e., Múnich, 1973.
AGGETELEKY, Béla: *Fabrikplanung*, vol. 1, s.e., Múnich, 1987.
DOLEZALEK, C.M./WARNECKE, H.J.: *Planung von Fabrikanlagen*, s.e., Berlín, 1981.
HENN, Walter: *Industriebau*, vols. 1, 3 y 4, s.e., Múnich, 1961, 1962 y 1966; versión castellana: *Edificaciones industriales: ejemplos internacionales*, *Edificaciones industriales: proyectos y construcciones* y *Tabiques: problemas técnicos y ejemplos*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1966 y 1971.
NEUFERT, Ernst: *Industriebauten*, s.e., Wiesbaden, 1973.
SCHMALOR, Rolf: *Industriebauplanung*, s.e., Düsseldorf, 1971.

SCHRAMM, W.: *Leger und Speicher*, s.e., Wiesbaden, 1965.
SOMMER/DEGENHARD: *Industriebauten gestalten*, s.e., Viena, 1989.
WELLER, Konrad: *Industrielles Bauen*, vols. 1 y 2, s.e., STUTTGART, 1986 y 1989.
WILDEMANN, Horst (ed.): *Fabrikplanung*, s.e., Frankfurt am Main, 1989.
P. 345-348. SAGE, Konrad: *Handbuch der Haustechnik*, s.e., Gütersloh, 1971; véase *Instalaciones técnicas en los edificios*. Vol. 1: *Calefacción, electricidad y transporte*; vol. 2: *Instalaciones de ventilación y acondicionamiento*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1980.
P. 349-350. «Umnutzung einer Textilfabrik», en *DBZ*, n.° 4, 1988.
«Umnutzung», en *Bm*, n.° 7, 1976, n.° 2, 1972, n.° 10, 1978, y n.° 3, 1979.
«Umnutzungen», en *Bauen + Wohnen*, n.° 9, 1979.
«Umnutzungen», en *DBZ*, n.° 4, 1979.
P. 352. KTBL: *Bauliche Anlagen zur Zucht und Mast von Fleischkaninchen*, Darmstadt, 1987.
STEINER, T./LEIMBACHER, K.: *Aufstallungssysteme in der Ziegenhaltung*, s.e., CH-Tänikon, 1987.
P. 353. MARTEN, J./KTBL: *Bäuerliche Hühnerhaltung*, Ulmenverlag, s.l., 1988.
HEINZE GmbH: *Geflügelhaltung*, Celle, s.f.
P. 355-357. KTBL: *Baukosteninformation Mastschweineställe*, Darmstadt, 1987.
P. 358-359. *Orientierrungshilfen für den Bau und die Planung von Reitanlagen und Reitwegen*, s.e., Warendorf, 1990.
MARTEN, J.: *Pferdehaltung KTBL - Arbeitsblatt*, Darmstadt, 1982.
P. 360. MARTEN, J.: *Rindviehhaltung KTBL-Arbeitsblatt*, Darmstadt, 1982.
P. 361-362. FAT: *Blätter für Landtechnik, Entwurfsgrundlagen für landwirtschaftliche Betriebsgebäude*, CH-Tänikon, 1984.
KTBL: *Leitsatz: Die Hofanlage KTBL - Arbeitsblatt*, Darmstadt, 1981.
P. 366. KTBL: *Abgänge und Abwässer aus landwirtschaftlichen Betrieben*, Darmstadt, 1987.
Heinze GmbH: *Handbuch Landwirtschaftliche Betriebsgebäude*, Celle, 1988.
P. 373. ENDMANN, K.: «Umbau und Neubau Düsseldorf HBF», en *Tetzlav*, n.° 11, Darmstadt, 1989.
P. 375. «Omnibusbahnhöfe», en *DBZ*, n.° 5, 1978.
P. 376. «Feuerwehrgerätehaus», en *DBZ*, n.° 10, 1975.
P. 377. ACKERMANN, K.: «Feuerwache 4 München», en *DBZ*, n.° 10, 1975.
P. 381. NEUFERT: *Architects' Data*, s.e., Londres, 1985.
P. 382. Forschungsges. für Straβen- und Verkehrswesen: *EAE 85 Empfehlung für die Anlage von Erschlieβungsstraβen*, Colonia, 1985.
P. 383-385. «Anordnung von Stellplätzen in Gruppen», en *DBZ*, n.° 5, 1982.
P. 387. Spies, K.: «Garagen Grundlagen für das konstruktive Entwerfen», en *DAB*, n.° 2, 1979.
P. 388. «Parkhaus in München», en *DBZ*, n.° 10, 1974.
Temme, F.J.: «Be- und Entlüftung von Tiefgaragen», *DBZ*, n.° 4, 1986.
«Vergleich von Stellplätzen und Parkbauten», en *DBZ*, n.° 5, 1982.
P. 389. Forschungsges für Straβen- und Verkehrswesen: *Richtlinien für die Anlage von Tankstellen an Straβen RAT*, Colonia, 1985.
P. 391-396. *Airport Planning Manuel. Part 1, Master Planning*, ICAO, DOC 9184-AN/902, s.l., 1987.
VIERS, J./Bundesanstalt für Flugsicherung, Flugsicherungsschule: *Flugplätze*, s.l., 1.ª ed. abril de 1987.
IATA Montreal: *Airport Terminals Reference Manual*, s.l., 6.ª ed. 1978.
P. 398. HEPPERLE, H.A.: «Bauten für die Gastronomie», en *DAB*, n.° 9, 1986, y n.° 10, 1986.
P. 400-402. FUHRMANN, P.: «Restaurantküchen», en *DBZ*, n.° 9, 1989.
P. 406. NEUFERT: *Architects' Data*, s.e., Londres, 1985.
P. 407. ADLER, P. y D.: *New Metric Handbook*, s.e., Londres, 1988.
P. 409. «Parkhotel Gütersloh», en *DBZ*, n.° 7, 1983.
«Hotel Lottental Bochum», en *DBZ*, n.° 8, 1983.
«Sheraton Hotel Oslo Fjord», en *DBZ*, n.° 6, 1986.
«Hotel Spitz Urfahr/A», en *DBZ*, n.° 6, 1986.
P. 411. Bundesverband der Dt. Zementindustrie: *Betonatlas*, Düsseldorf, 1984.
SANSMAN, Karen: *Zoological Park and Aquarium Fundamentals*, American Association of Zoological Parks and Aquariums, Weelin (W. Va), 1982.
SCHOMBERG, Geoffrey: *General Principles of Zoo Design*, Intra Consultants Ldt., Londres, 1972.
P. 412. «Naturwissenschaftliches Museum Osnabrück», en *DBZ*, n.° 5, 1989.
P. 414-423. *Bühnentechnische Rundschau, Ztsch. für Technik, Bühnenbau und -gestaltung in Theatern, Film, Fernsehen und Mehezweckhallen*, Orell Füssli+Friedrich, CH-Zúrich, s.f.
KRANICH, Fr.: *Bühnentechnik der Gegenwart*, vols. 1 y 2, s.e., Múnich y Berlín, 1929-1933.
SCHUBERT, H.: *Moderne Theaterbau*, s.e., Stuttgart, 1971.
RUHNAU, W.: *Versammlungsstätten*, s.e., Gütersloh, 1969.
GRAUBNER, G.: *Theaterbau - Aufgabe und Planung*, s.e., Múnich, 1968.
SEMPER, M.: *Theater. Handbuch der Architektur*, 4.ª parte, s.e., Stuttgart, 1904.
Institut für Kulturbauten: *Rekonstruktion von Theatern*, Berlín Este, 1979.
CREMER, L./MÜLLER, H.: *Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik*, vol. 1, s.e., Stuttgart, 1978.

UNRUH, W.: *Theatertechnik*, s.e., Berlín, 1969.
BAUMGARTNER, R.: *Versammlungsstätten und Geschäftshäuser*, s.e., Múnich, 1986.
BRAUNECK, M./SCHNEILIN, G.: *Theaterlexikon*, Rowohlt Taschenbuch, Hamburgo, 1986.
IZENOUR, G.: *Theaterdesign*, s.e., Nueva York, 1977.
P. 424-425. *Versammlungsstättenverordnung - VStättVO*, Bundesländer, s.f.
P. 427. IDELBERGER, K.: «Tribünen», en *DBZ*, n.° 5, 1978.
P. 428-434. Bundesinstitut für Sportwissenschaften: *Sportplätze*, Colonia, 1982.
P. 435-436. Bundesinstitut für Sportwissenschaften: *Orientierungshilfen zur Planung und Ausstattung von Konditions-und Fitneβräumen*, Colonia, 1987.
P. 437-438. Dt. Tenninsbund eV - DTB: *Tenninsanlagen Planung, Bau, Unterhaltung*, Hannover, 1981.
P. 439-440. Dt. Bahnen-Golf-Verband eV: *Handbuch*, Viena, 1986.
P. 441-442. Bundesinstitut für Sportwissenschaften: *Planung, Bau, Unterhaltung von Golfplätzen*, Colonia, 1987.
P. 443-445. STANGE, W.: *Sportbauten*, s.e., Berlín, 1982.
«Jachthäfen Planungsgrundlagen», en *DBZ*, n.° 12, 1968.
«Jachthafen», en *DBZ*, n.° 12, 1970.
SCHRÖTER, B.: «Marinas - Jachthäfen», en *DBZ*, n.° 11, 1973.
HEARD, J. y H.: *Handbuch of Sports and Recreational Buildingdesign*, s.e., Londres, s.f.
HAASS, H.: «Wassersportanlagen», en *DBZ*, n.° 5, 1988.
P. 446-447. Bundesminister für Verkehr: *Richtlinien für Wassersportanlagen an Binnenwasserstraβen*, Bonn, 1973.
P. 448-449. SCHNITZLER, U.: «Untersuchungen zur Planung Reitanlagen», en *KTBL-Bauschrift*, n.° 6, Darmstadt, 1970.
SCHNITZLER, U.: *Der Bau von Reitanlagen, Forschungsauftrag des ehem. Instituts für Sportstättenbau/DSB*, Colonia, s.f.
SCHNITZLER, U.: «Reitanlagen-BeispielentWürfe», en *KTBL-Schriften*, n.° 162, Darmstadt, s.f.
Amtl. Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen, Otto-Graf-Institut der TU Stuttgart: *Reitbahnbeläge*, TU, Stuttgart, s.f.
TVT: *Techn. Vorschriften für Tragschichten der Forschungsgesellschaft für Straβenwesen*, Colonia, s.f..
Auβen- und Hallenbeläge von Reithallen, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Colonia, 1974.
Jahresberichte der Dt. Reiterlichen Vereinigung e.V., Warendorf, s.f.
«Datensammlung Pferdehaltung - Dt. Warmblut», en *KTBL*, Münster-Hiltrup, 2.ª ed. 1976.
PIRKELMANN/SCHÄFER/SCHULZ: *Pferdeställe und Pferdehaltung*, Ulmer, Stuttgart, 1976.
MARTEN, J.: «Auslaufhaltung - Artgerechte Pferdehaltung», en *KTBL*, s. n.°, Darmstadt, s.f.
Betriebswirtschaftslehre für Reitbetriebe, FN-Verlag, Warendorf, s.f.
ZEEB, K./KRAUTWIG, P./HUSKAMP, B./KRANZBÜHLER, W.O.: *Pferde für Turnier und Freizeit, Haltung - Mark - Kauf*, DLK-Manuskript, s.l., mayo de 1982.
ZEEB, K./SCHNITZER, U.: *Pferdeverhalten und Pferdehaltung. Handbuch für Pferde*, Kamlage, Osnabrück, s.f.
P. 451. DEYLE: «Kombinierte Kunsteisbahnen», en *DBZ*, n.° 4, 1979.
P. 452. Skate Park GmbH: *Champion Ramps*, Múnich, s.f.
Bundesinstitut für Sportwissenschaften: *Planung und Bau Rollsportanlagen*, Colonia, 1980.
P. 454. HOFMEISTER, G.: «BMX-Motocross mit dem Fahrrad», en *Schul- und Sportstättenbau*, n.° 3, 1987.
P. 455-456. Dt. Schützenbund: *Schieβstandanlagen*, Wiesbaden, 1984.
P. 457. Bundesinstitut für Sportwissenschafften: *Planungsgrundlagen Sporthallen*, Colonia, 1988.
P. 462. «Leichtathletikhalle Dortmund», en *Sb*, n.° 6, 1980.
P. 465. DKB: *Dt. Keglerbund - Technische Vorschriften*, Augsburgo, 1983.
P. 466-471. Koordinierungskreis Bäder: *Dt. Gesellschaft für das Badeswesen e.V. Richtlinien für den Bäderbau*, Essen, 1982.
P. 472. Archiv des Badewesens: «Freizeitbad Heveney», en *Heft*, n.° 4, 1987.
Archiv des Badewesens: «Freibad Bad Driburg», en *Heft*, n.° 2, 1988.
P. 479-480. D.P. Philippen: «Bauen für Behinderte», en *DBZ*, n.° 6, 1986, y n.° 9, 1987.
P. 481-482. Kuldschun, H.: «Bauen für Behinderte», en *Der Architekt*, n.° 1, 1981.
P. 483. DIRICHLET/LABRYGA/POELZIG/SCHLENZIG: *Krankenhausbau*, s.e., s.l., 1984.
DRAEGER: *Anlagenbau und Systemtechnik Medizin*, s.l., s.f.
P. 484. HCP: *Planen und Beraten für das Gesundheitswesen AG - Krankenhausbau und Gesundheitswesen*, s.l., s.f.
Dt. Krankenhausgesellschaft: *Zahlen, Daten, Fakten*, Düsseldorf, 1987.
P. 485. Bundesmin. für Arbeit und Sozialordnung: *Forschungsbericht*, s.l., 1980.
«Krankenhausbau», en *AIT*, n.° 7-8, 1987.
KNOLL, K.H.: *Angewandte Krankenhaushygiene bei Krankenhausplanung, -ausstattung und -betrieb*, s.l., 1984.
P. 490. Krankenhausbauverordnung: *Verordnung über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern - KhBauVo*, s.l., 1978.
P. 493. «Krankenhausbau», en *Medita*, n.° 4, 1974.
P. 494. SUTER/SUTER: *Krankenhaus- und Gesundheitswesen*, s.l., s.f.
P. 500. «Krankenhäuser», en *Bw*, n.° 5, 1986.
P. 501. ROESNER/LABRYGA/WISCHER: *Internationales Krankenhaussymposium*, s.e., s.l., 1983.
P. 505. VOGLER-HASENPFLUG: *Handbuch für den Krankenhausbau*, s.l., 1978.
DEILMANN, Harald: *Allgemeinkrankenhaus, Grundlagen*, s.e.,

s.l., s.f.; véase *El hábitat*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1980.
BETZ/STROMBERG: «Planung medizinisch-radiologischer Betriebe», en *Das Krankenhaus*, n.° 10, 1968, n.° 2, 1969 y n.° 5, 1969.
P. 507. EICHHORN/SAHL/VANESSEN: *Speisenverteilung in Krankenhäusern, Wärmewagensystem und Tablettsystem*, s.e., s.l., 1968.
P. 509. Bundesgesundheisamt Berlin: *Einleitung von Krankenhausabwässern in Kanalisation oder Gewässer*, Berlín, 1978.
P. 513. *DBZ*, n.° 2, 1987.
DBZ, n.° 8, 1987.
Bw, n.° 22, 1987.
P. 517. LABRYGA, Franz: *Entwurf und Planung Neue Gesundheitsbauten*, s.e., s.l., 1970; versión castellana: *Instalaciones sanitarias modernas*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1977.
DEILMANN, Harald: *Bauten des Gesundheitswesen*, s.e., s.l., 1972; véase *Conjuntos residenciales*, Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona, 1980.
KUCHER, R./STEINBREITHNER, K.: *Intensivstation, -Pflege, -Therapie*, s.e., s.l., 1972.
STEINBREITHNER, K./ADAM, D.: «Hygienische Maβnahmen in der Früh- und Neugeborenenabt.», en *Krankenpflegezeitschrift*, n.° 30, 1977.
P. 518. «Altenwohnungen in Bremen», en *DBZ*, n.° 9, 1988.
P. 520. «Wohnstift in Mühlheim», en *DBZ*, n.° 5, 1985.
«Altenzentrum in Viersen», en *DBZ*, n.° 3, 1987.
P. 522. *Wolfenbütteler Programm, Gestaltung des gottesdienstlichen Raumes der Evangelischen Kirchen*, 1989.
SCHNELL/STEINER: *Der Kirchenbau des 20. Jhd. in Deutschland*, s.e., Múnich y Zúrich, 1972.
«Katholisches Gemeindezentrum Burglenfeld», en *DBZ*, n.° 9, 1988.
P. 523-524. KLAIS, A. y U.: *Standort und Gestaltung von Orgeln*, s.e., Bonn, 1990.
P. 525. Beratungsausschuβ für das Dt. Glockenwesen: *Ratschläge zur Verbesserung der Schallabstrahlung aus Glockentürmen*, s.l., 1973.
Beratungsausschuβ für das Dt. Glockenwesen: *Ratschläge für die Gestaltung von Glockentürmen*, s.l., 1964.
P. 526. SCHWARZ, H.P.: *Die Architektur der Synagoge*, Dt. Architekturmuseum, Frankfurt am Main, 1988.
P. 527. *Islamisches Kulturzentrum*, s.e., Colonia, s.f.
P. 528-530. «Neue Museumsbauten in Köln», en *TAB*, n.° 4, 1987.
P. 532. «Friedhöfe/Friedhofsbauten», en *DBZ*, n.° 12, 1979.
«Friedhofskapelle in Bremervörde-Hesedorf», en *DBZ*, n.° 7, 1990.
P. 544. Dt. Stahlbauverband: *Stahlbaukalender*, Colonia, 1989.

ÍNDICE ALFABÉTICO

A

Aberturas de ventilación 108
Abrevaderos 352-353, 358-361
Abreviaturas 1-3, 9
Absorbentes del sonido, superficies 122-124
Absorción acústica 120
Absorción acústica en cubiertas 80
Accesos, centralita de control 21
Accesos a viviendas, historia 41
Accesos para caballos 448
Accesos por corredor 242, 244
Acero, manipulación del 331
Acero, resistencia al fuego 545
Acero, símbolo 10, 40
Acimut 144-146, 148, 157-158
Acimut, variación del ángulo 100, 144
Acondicionadores de aire eléctricos 18
Acotación de alturas 6
Acotación normalizada 6, 11
Acristalamientos, pesos propios 554
Acristalamientos con protección térmica 542-543
Acristalamientos de protección contra incendios 542-543
Acristalamientos de pabellones polideportivos 140
Acristalamientos de seguridad 140
Acristalamientos de ventanas 165
Acristalamientos F 542-543
Acristalamientos G 542-543
Acristalamientos resistentes al fuego 542-543
Acristalamientos triples 137
Acuarios 411-413
Acuazoo 412
Acumulación térmica en cubiertas ajardinadas 80
Acumulador eléctrico de agua caliente 18
Acumuladores 19-21
Acústica 122-124, 417, 425
Acústica de aulas 269
Acústica de locales 122-124
Adoquines 231
Adoquines cilíndricos 231
Adoquines de hormigón 231
Adoquines de madera 92
Adoquines para ajardinar 231
Adoquines rústicos 231
Aeropuertos 391-396
Aeropuertos, ejemplos 395-396
Aeropuertos, planificación general 391
Aeropuertos, previsión de tráfico 393
Aeropuertos, sistemas de recepción 392, 395
Aeropuertos, tipología lineal 392
Aerosoles 107
Agua caliente, necesidades de 224
Agua de lluvia, distribución 80
Agua de lluvia, evacuación 12-15
Agua del subsuelo 58
Agua superficial 61-63
Aguas, evacuación de 12-15
Aguas fecales, estación de bombeo de 12, 15
Aguas negras 12-15
Aguas nocivas, neutralización 14
Aire, consumo de 29
Aire, flujos de entrada 106
Aire, limpieza del 107
Aire, propiedades del 29-30
Aire, renovación del 106
Aire, tratamiento del 106-107
Aire, velocidad del 103-105, 205
Aire secundario 108
Aislamiento acústico 2, 10, 80, 117-121, 195, 197
Aislamiento acústico, mejora 249
Aislamiento acústico, ventanas 166
Aislamiento acústico en paredes compuestas 119
Aislamiento exterior 249
Aislamiento horizontal 248
Aislamiento térmico 2, 76-82, 110-116
Aislamiento térmico, detalles constructivos 114
Aislamiento térmico, mejora 249
Aislamiento térmico, normas 111
Aislamiento térmico, valor de 110-114
Aislamiento térmico de cubiertas 77-79
Aislantes, símbolos de capas 9
Ajardinamiento de cubiertas, tipos 81-83
Alarma exterior 120
Alarmas 21
Alarmas, símbolos 18, 21
Alarmas de robo 173-174
Alarmas de roturas de vidrios 21
Alarmas ópticas 20, 21
Alarmas térmicas 533-534
Albañilería, trabajos de 65-68
Albergues juveniles 277-278
Albergues juveniles, ejemplos 277
Alberti 25
Aleros 74
Aleros en cubiertas ajardinadas, detalles 82
Alfabeto griego 1
Alimentos, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Almacén de congelados 404
Almacén de cuadros 528
Almacén de decorados teatrales 421
Almacén de heno 359
Almacén de isótopos 272
Almacén de madera 328
Almacén de pienso 359
Almacenamiento, altura máxima de 323
Almacenamiento, automatismos 323
Almacenamiento, máquinas elevadoras 323
Almacenamiento, sistema circular de transporte 324
Almacenamiento, sistemas 323
Almacenamiento, tanques de 96
Almacenamiento, técnicas 323-326, 342
Almacenamiento de alimentos 401
Almacenamiento de barras 331
Almacenamiento de chapas 331
Almacenamiento de documentos 295, 299
Almacenamiento de electricidad para calefacción 94
Almacenes 171
Almacenes, equipamiento 325
Almacenes, estanterías sobre guías 325-326
Almacenes, organización 324
Almacenes, planificación 341
Almacenes, sobrecargas de uso 556-557
Almacenes de cereales y piensos 365
Almacenes de heno 365
Almacenes de paja y heno 449
Almacenes de producción 324
Almacenes de provisiones en restaurantes 401
Almacenes domésticos 211
Almacenes en industrias, tipología 341
Almacenes en teatros 419-421
Alojamientos 405
Altares 521
Altavoces 18, 425
Amarres para embarcaciones 443-445
Ambulatorios médicos 487, 512
Amortiguación acústica 108
Amortiguación del ruido aéreo 117-119
Amortiguadores de vibraciones 121
Amplificadores de señales 127
Amueblamiento de aulas 268
Anclaje de cables 85
Anclajes en el terreno 202
Anclajes para muros de dos hojas 67
Andamiajes, sobrecargas de uso 556-557
Andenes 374-375
Andenes, anchura 193
Andenes, dimensiones 370
Andenes, naves para 255
Andenes de carga/descarga 371
Andenes en estaciones de autobuses 374-375
Anfibios 412
Ángulo de elevación del sol 144
Ángulo de radiación de luminarias 131
Ángulo de rozamiento de productos 341, 551
Ángulo de vertido de productos 341, 363
Ángulo de visión 417, 424-425
Ángulos de rozamiento de materiales 551-557
Anhídrido carbónico, producción de 29
Antenas 20, 127
Antenas colectivas 127
Antepechos de terrazas 230, 245
Anteproyecto 42
Aparato de remo 435
Aparatos de radiación 503
Aparatos de radio, símbolos 18
Aparatos de señales y radio, símbolos 18
Aparatos eléctricos 18-20
Aparatos eléctricos, potencia 20
Aparatos eléctricos, símbolos 18
Aparatos para mantenimiento físico 435-436
Aparatos sanitarios para pacientes hospitalarios 499-500
Aparatos sanitarios, ruido de los 120
Aparcamiento, bolsas de 194
Aparcamiento, plataformas de 386
Aparcamientos 383-388
Aparcamientos, expendedores de tickets 388
Aparcamientos, número de plazas de 383-388
Aparcamientos, ordenación de las plazas de 383-388
Aparcamientos, plazas para vehículos de minusválidos 383
Aparcamientos, superficies necesarias 387
Aparcamientos de autobuses, plazas de 376
Aparcamientos de bicicletas 191
Aparcamientos de camiones 384
Aparejo en espina de pez 68
Aparejo trenzado 68
Aparejos de fábrica de ladrillo 68
Aparthoteles 405-407
Aprovisionamiento, centro de 509
Aprovisionamiento de camas en hospitales 499
Arabescos 527
Árboles 205
Árboles, formas 205
Árboles frutales 205
Arcenes 187
Arcones 7
Arcos, rehabilitación de 255
Archivadores 294-295, 299
Archivadores de cintas magnéticas 295
Archivadores horizontales 295
Archivadores verticales 295
Archivos 294-295, 299
Arena, símbolo 10
Armaduras de cubierta 72-73, 250
Armarios 7, 299, 348
Armarios altos de cocina 7, 213
Armarios bajos de cocina 213
Armarios blindados 308
Armarios-cama 218
Armarios de baño 221
Armarios de catálogos bibliográficos 279, 281
Armarios de dibujos 270
Armarios de máquinas de cocina 213
Armarios de persiana 299, 308
Armarios de vestuarios 348
Armarios empotrados 219
Armarios frigoríficos 318

Armarios para bolas de billar 464
Armarios para habitaciones hospital 499
Armarios para revistas 281
Armarios roperos 7, 348, 467
Arqueta de derivación de electricidad 19
Arqueta registrable de desagües 82
Arquitectura solar 100-103
Arquitectura solar, ejemplos 102
Arquitectura textil 84
Artetecas 282
Ascensores 7, 181-185
Ascensores, aislamiento acústico 121
Ascensores, cajas de 181-185
Ascensores, cuarto de máquinas 182
Ascensores, formas de las cabinas 185
Ascensores, precisión de parada 183
Ascensores, sistema de alarma 174
Ascensores, tiempo de recorrido 182
Ascensores con cables de suspensión 185
Ascensores de fachada 167
Ascensores en hoteles 406
Ascensores hidráulicos 181, 184-185
Ascensores panorámicos 185
Ascensores para sillas de ruedas 480
Ascensores para vehículos 386
Ascensores portacamillas 182, 490
Aseos 345, 398
Aseos, elementos de la instalación 223
Aseos para pacientes hospitalarios 499-500
Asientos abatibles 416, 425
Asientos de espectadores 416-417, 425
Asoleo 100-101, 144-159, 236
Asoleo, tiempo de 157
Aspiradores domésticos 209
Atletismo, instalaciones de 431-434
Atletismo, pistas de competición 431-432
Audición, umbral de 117
Auditorios, curva de visibilidad 265
Auditorios, formas 265
Aulas 258-259, 261, 263-269
Aulas, acústica 269
Aulas, amueblamiento 268
Aulas, asientos 268
Aulas, estrado 268
Aulas de demostraciones 265-266
Aulas de dibujo 270
Aulas de prácticas 259
Aulas hexagonales 261
Aulas para conferencias 265-266
Aulas para proyecciones 263
Autobuses, dimensiones 374, 379, 382
Autobuses, estación de 374-375
Autobuses, radios de giro 379, 382
Autobuses, tipos 374, 379
Autocines 426
Autoclave, salas de 271
Automóviles 28, 378, 382-383
Automóviles, dimensiones 378, 382
Automóviles, pesos 378
Automóviles, radios de giro 378, 382
Automóviles, talleres de reparación 333-336
Autopistas 192
Autopistas, enlaces 192
Autoservicios 315-318
Autoservicios, almacenes 318
Aves, cría de 354
Aves, tiendas de 316
Aves acuáticas 412
Aviones, dimensiones 393
Aviones, movimientos 393
Axonometría 23
Azoteas, revestimientos 79

B

Badminton 463
Baile, deportivo 458
Bajantes 12-15
Bajantes, detalles constructivos 78
Bajantes pluviales 75
Balanza mural 214
Balcones 230, 557
Balcones, sobrecargas de uso 556-557
Balcones alternos 230
Balcones de esquina 230
Balcones de limpieza 167
Balcones exentos 230
Balcones pareados 230
Balnearios 514
Baloncesto 429-430, 458
Baloncesto, canastas 429-430
Balonmano 429-430, 458
Ballesta, tiro con 455
Bambalinas, almacén de 421
Banco de gimnasia 460
Bancos 307-309
Bancos, relaciones funcionales 307
Bancos, ventanillas de caja 309
Bancos "drive-in" 309
Bancos de entrenamiento 435-436
Bancos hipotecarios 307
Bañadores luminosos 129-134
Bañeras 7, 15, 221-225
Bañeras, instalaciones de 346-347
Bañeras empotradas 221
Baño de aire 475
Baños 7, 222-225, 499
Baños, bloque de instalaciones 223
Baños, células compactas 223
Baños, elementos de la instalación 223
Baños, situación 224-225
Baños, tabique para el paso de instalaciones 223, 225
Baños de sudor 474
Baños prefabricados 223, 252
Barandillas 230
Barcos 443-447
Barcos con quilla 443-445
Barra de bar 217
Barras de estructuras espaciales 88-89
Barras paralelas 458, 460
Barrera contra el vapor 9, 77, 79, 111-116
Barrera de vapor 112-113
Bastidores 421
Basura doméstica 209
Basuras, camiones de recogida de 379
Basuras, conductos de vertido 7
Bataches 58
Baterías, símbolos 19-21
Baúl ropa 7
Baúles 372
Bebederos 354, 358
Bebederos automáticos 354
Bebederos circulares 354
Bebederos lineales 354
Belleza, canones de 32
Bermas 58
Bibliotecas 260, 279-283, 511
Bibliotecas, catálogo informatizado 279
Bibliotecas, catálogos 279, 281
Bibliotecas, ejemplos 282-283
Bibliotecas, esquema funcional 282, 337
Bibliotecas, puestos de lectura 281
Bibliotecas, sala de lectura 279-282
Bibliotecas, sobrecargas de uso 280
Bibliotecas, zonas de consulta libre 279-281
Bibliotecas científicas 279-281
Bibliotecas de música 282
Bibliotecas escolares 260
Bibliotecas especializadas 279
Bibliotecas médicas 511
Bibliotecas para profesores 260
Bibliotecas públicas 282
Bibliotecas públicas, superficie necesaria 282
Bibliotecas universitarias 279-281, 283
Bicicleta estática 435
Bicicletas 186, 191, 378
Bicicletas, aparcamientos 191
Bicicletas, carriles para 186-187, 190-191
Bicicletas, soportes para 191
Bidet 7, 15, 221-225
Bifurcaciones, autopistas 192
Billar 464
Billar, mesa de 476
Billares, tamaños 464
Biomasa 93
Bloques de arena de cuarzo 67
Bloques de hormigón celular 66-67, 552
Bloques de hormigón ligero 66-67, 552
Bloques de piedra artificial, formatos 65-67
Bloques de pizarra expandida 67
Bloques de pómez natural 67
Bloques huecos 65-67
Bloques huecos de hormigón ligero 67
Bloques macizos de hormigón ligero 67
Bocana de puertos 445
Bocas de incendios 541
Boleras 465
Boleras de pista de madera 465
Bolos 465
Bolos, zona de 465
Bombas de calor a gas 16
Bombas de centrales hidroeléctricas 99
Bombas de elevación de aguas 15
Bomberos 376-377
Bomberos, parques de 376-377
Bomberos, vehículos de 376
Bordillos 231
Botes de carreras 446
Botes de remo 446-447
Botiquín 221
Bóveda de aristas 39
Bóvedas 39
"Bowling", pista doble 465
Boxeo 458, 463
Boxeo, cuadrilátero de 463
Boxes exteriores para caballos 359
Boxes para caballos 358-359
Boxes para establos 359
Bridas 448
"Brise-soleil" 162
Bufet de bebidas 408
Bufets 401-402, 408

C

Caballos 358-359, 448
Caballos, dimensiones 448
Caballos, mantenimiento y cría 358-359
Caballos para montar 358-359, 448
Cabaña de refugio de animales 359
Cabaña votiva 526
Cabeza humana, longitud de la 25
Cabina de proyección 424
Cabina telefónica para minusválidos 480
Cabios 73
Cables, conexión 85
Cables atirantados 85-86
Cabras, cría y mantenimiento 352
Cafés-restaurante 400
Cafetería "free-flow" 404
Cafeterías 403-404
Caja de Faraday 125
Caja fuerte 21
Cajas de caudales 308
Cajas de cobro en autoservicios 315, 317
Cajas fuertes de alquiler 308
Calandradora 228
Caldera a gas 7, 16, 93
Caldera a gas-oil 7
Calderas 7, 16, 93
Calderas, cuarto de 93
Calefacción 93-96, 107
Calefacción, sistema bitubular 93
Calefacción, sistema unitubular 93
Calefacción, taller de 332
Calefacción, técnicas 332

Calefacción a gas 16-17, 93
Calefacción de superficie 95-96
Calefacción eléctrica 94
Calefacción eléctrica de suelo radiante 94
Calefacción en el suelo 95-96, 227
Calefacción en el techo 95
Calefacción mural 95
Calefacción por agua caliente en el suelo 96
Calefacción por aire 96
Calentadores a gas 16-18, 93, 221
Calor, almacenamiento de 101
Calor, cantidad de 110-116
Calor, colector de 149
Calor, conducción de 149
Calor, convección 149
Calor, desprendimiento de 29
Calor, instalaciones de extracción de 538-540
Calor, intercambiador de 109
Calor, intercambio de 149
Calor, pérdida de 30, 101
Calor, radiación de 149
Calor, transmisión de 30, 149
Calor a distancia 93
Calles, chaflanes 384
Calles, diseño 196
Calles, iluminación 128
Calles, radios de giro 382
Calles, tipos 382
Calles principales de tráfico 189, 194
Calles residenciales 189-190, 194
Calles vecinales 382
Cama alta 218
Cama con baldaquino 220
Cama con dosel 220
Cama con templete 220
Cama de campaña 218, 277
Cama de Frankfurt 218
Cama de tubo de acero 218
Cama doble 7, 220, 406
Cama plegable 218, 277
Cama pullman 218
Cámara de aire 65-67
Cámaras acorazadas 307-309
Cámaras de congelación 321
Cámaras de vídeo de vigilancia 21
Cámaras frigoríficas 103-105, 321, 338, 401, 407
Cámaras prefrigoríficas 103, 401
Camarotes 232
Camas, huecos para 219
Camas, posición de las 220
Camas, tipos de 218-220
Camas abatibles 218
Camas de hotel, dimensiones 406
Camas en hoteles, número de 405
Camas para enfermos 499
Cambios de sentido de circulación de camiones 384
Camerinos, plantas tipo 422
Camerinos para el ballet 422
Camerinos para el coro 422
Camillas para traslado de enfermos 499
Caminos de adoquines 200
Caminos de grava 200
Caminos para bicicletas 186-187, 190-191
Caminos peatonales 186-187, 190, 200, 231
Camión-escalera para pasajeros 394
Camiones, dimensiones 379, 382, 384
Camiones, radios de giro 379, 381-382, 384
Camiones, talleres de reparación 336
Camiones cisterna 390
Camiones contraincendios 376
Camionetas 379
Campanarios 525
Campanas 525
Campanas, caja de 525
Campanas, características 525
Campanas, frecuencia 525
Campanas, pesos y dimensiones 525
Campanas extractoras 212-213
Camping, símbolo 10
Camping-Bus 232
Campo visual 32
Campos de deportes 429-432, 434
Campos de golf 441-442
Campos de golf, diseño 441-442
Canal de hielo 447
Canal de regatas para embarcaciones 447
Canalización local 14
Canalizaciones 14
Canalizaciones, símbolo 10
Canalones de desagüe de cubiertas 75
Cáncer, centro de investigación 274
Canoa canadiense 446
Canoa "Kayak" 446
Canoas 446-447
Canon proporciones del hombre 25
Cantería 64
Capa de filtro 82
Capa de grava en cubiertas 77
Capa de nivelación, símbolo 9
Capa de protección antirraíces 82-83
Capa de protección de impermeabilización 61
Capa de tierra vegetal 81-83
Capas de impregnación, símbolo 9
Capas de imprimación previa, símbolo 9
Capilaridad 61
Capillas en cementerios 531
Capillas en hospitales 510
"Car-glass" 142
Cara, altura 25
Cara, anchura 25
Carátulas 4
Caravanas 232
Carne, congelación de 103-105
Carne congelada, conservación 103-105
Carne, refrigeración de 103, 338
Carnicerías 316, 321, 338
Carpas de circo 40
Carpinterías 329
Carpinterías, trabajos de 328
Carpinterías de ventanas 165-166
Carreteras, cruces 189
Carreteras, tipos 187-188
Carreteras, tipos y ámbito aplicación 188
Carreteras, zona de influencia 190
Carreteras nacionales 189
Carretillas 342
Carretillas de transporte 371
Carretillas elevadoras 323
Carretillas elevadoras de horquilla 380
Carriles de bicicletas 186-187, 190-191
Carriles de bicicletas, dimensiones 191
Carriles de circulación, anchura 187
Carritos de compra 317
Carrocerías, talleres de reparación 335
Casas de entramado de madera 55, 251
Casas de fin de semana de madera 233
Casas de madera 233
Casas de montaña, desvanes 76
Casas de vacaciones 233
Casas y formas 41
Cascotes, símbolo 10
Catamarán 444
Catedrales 522
Caza y aves, congelación 104-105
Caza y aves, refrigeración 104-105
Celosías 162
Cementerio, símbolo 10
Cementerios 531-532
Cementerios, superficies necesarias 532
Centrales de refrigeración 107
Centrales eléctricas 98
Centrales energéticas 93
Centrales hidroeléctricas 99
Centralita de alarma de incendios 18, 21
Centralitas 21
Centros cárnicos 322
Centros comerciales 313
Centros de autoservicio 318
Centros de capacitación laboral para minusválidos 482
Centros de rehabilitación 513
Centros de viajes 373
Centros escolares 256-264
Centros médicos 478
Centros para ancianos 518-520
Centros para espasmódicos 513
Centros para niños 275
Cercados de forja 199
Cercados de jardines 198-199
Cercados de prados 198-199
Cercos de puertas 169
Cercos de puertas de acero 169
Cerchas de madera, tipos 74
Cerdos, establos de engorde 355-357
Cerraduras 21, 172
Cerraduras, sistemas 172
Cerrajería 332
Cerrajería, trabajos de 331
Cervecerías, temperaturas conservación 105
Cestas 315
Ciclismo 454, 458
Ciclo-pelota 458
Ciclo-polo 429-430, 458
Ciclocross, pistas 454
Cielo artificial 154, 156
Cifras romanas 1
Cimentación, base de 59
Cimentación, trabajos de 49
Cimentación con losas de hormigón 58-61
Cimentación con pilotes 58, 60
Cimentación corrida 59
Cimentaciones 58-60
Cimentaciones aisladas 59
Cimentaciones profundas 59-60
Cimentaciones superficiales 59-60
Cinemascope 424
Cinépolis 425
Cines 424-426
Cines, acústica 424-425
Cines dobles 426
Cines "drive-in" 426
Cintas de vídeo 282
Cintas transportadoras 180, 342
Cintas transportadoras de equipaje de mano 372
Cinturón de seguridad 167
Circarama 425
Círculo de colores 33
Claraboyas 21, 150, 152-156, 159
Claridad 151
Climatización 106-109
Climatización, centrales de 107-108
Climatización, instalaciones 106-109, 297
Climatización, sistemas de 106-109, 297
Clínica de radiología 515
Clínicas de prácticas médicas 485
Clínicas universitarias 483
Club náutico 443
Cobertizos para patos 351
Cobi-golf 440
Cocina, aparatos 214
Cocina, máquinas de 214-215
Cocina americana 215
Cocina integral 214
Cocina mínima 215
Cocinas 212-215, 400-404
Cocinas, dimensiones 212-215
Cocinas, equipamiento 212-215, 236
Cocinas, iluminación 212
Cocinas, instalaciones de ventilación 109, 212-215, 508
Cocinas, sistemas de extracción de aire 402
Cocinas, superficies de las zonas 401
Cocinas, unidad de preparación de carnes 400-404, 408
Cocinas, utensilios 402

Cocinas a gas 16, 214
Cocinas calientes, organización 402, 408
Cocinas de cocción 404
Cocinas de descongelación 404
Cocinas de hotel, superficies 408
Cocinas de hoteles 400
Cocinas de restaurantes 400-402
Cocinas eléctricas 7, 18, 214
Cocinas en escuelas 260
Cocinas frías, organización 402
Cocinas programadas 403
Cocinas satélite 399
Cocheras en explotaciones agrícolas 362
Cochinillos, pocilgas de cría de 357
Coeficiente de absorción acústica 122, 124
Coeficiente de conductividad térmica 110-116, 165
Coeficiente de permeabilidad de juntas 106
Coeficiente de transmisión térmica 110-114
Coeficientes de aislamiento térmico 115-116
Coeficientes de resistencia a la difusión del vapor de agua 115-116
Colada, volumen de ropa 228
Colector de fangos, símbolo 15
Colectores 14
Colgadores de ropa 7
Colores 38
Colores, reproducción de 132-133, 152
Colores básicos 33
Colores para tuberías 9
Colores y sensación 33
Columpios infantiles 276
Combustibles 93, 551
Combustibles, coste de los 93
Combustibles, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Combustibles sólidos 93
Comederos 355
Comedores 216-217, 236, 397-398, 401, 404
Comedores, dimensiones 216-217, 236, 397-398
Comedores, espacio necesario 398
Comedores, mobiliario 216-217
Comedores, superficies mínimas 216-217
Comedores escolares 260
Comensales, salas para 398
Comercios, sobrecargas de uso 557
Comidas, distribución 403
Compactación, técnicas de 201
Complejo de piscinas 472-473
Comprensibilidad silábica 122
Compuertas de agua 447
Concentración acústica 124
Condensación, formación de agua de 83
Condensaciones 112-113
Condensaciones en cubiertas 77
Condensadores 107
Condiciones climáticas 30
Conducciones, ruido de las 120
Conducciones, transmisión acústica 120
Conducciones básicas de agua 14
Conducciones de agua mixtas 13, 15
Conducciones de conexión de agua 14
Conductividad térmica 30, 103, 110-116
Conductos de aire 108
Conductos de extracción de aire 70
Conductos de extracción de gases combustibles 17
Conductos de instalaciones 223, 225, 273-274
Conductos de ventilación 71
Conductos de ventilación de chimeneas 70
Conejares 352
Conejos, cría y mantenimiento 352
Confesionarios 521
Confort térmico 30
Confortabilidad, ámbito de 30
Congelación 103-105
Congelación, procesos de 103-105
Congelación, tiempo de conservación 103-105
Congelación rápida, cámaras de 105
Congelador 214
Congeladores eléctricos, símbolo 18
Conmutadores intermitentes, símbolos 18
Conmutadores, símbolos 19
Consignas de equipaje 372
Consolidación de taludes 201-202
Construcciones de acero 40
Construcciones de vidrio 310-312
Construcciones en piedra 39
Consultas médicas 477
Consultas médicas, espacios necesarios 477
Consultas médicas agrupadas 478
Consultas médicas individuales 477-478
Consultorios médicos 478
Consumo de agua en aparatos sanitarios 221
Contador de electricidad, símbolos 18
Contador de gas, símbolo 16
Contención de tierras 367
Contenedor de tanques de combustible 97
Contenedores de basura 209
Contenedores de estiércol 366
Contenedores de malla metálica 325
Contratas, condiciones generales de 49
Contratas, documentación 50
Contrato de obras 49
Contratos de obras, garantías 49
Control de accesos 21
Convectores 94
Convectores de climatización 108-109
Convertidores de señal 19, 21
Cooperativas de aparatos médicos 478
Cooperativas de equipamientos médicos 478
Coordenadas, acotación mediante 11
Coordinación, línea de 56
Coordinación, plano de 56
Coordinación, punto de 56
Coordinación, sistemas de 36, 55-57
Copa Davis, reglas 438
Corcho 9
Corral de cría 352
Corrales 351
Corrales de cría de gallinas, superficies necesarias 364
Corrales "flat-deck" 354
Corrales para aves domésticas 351
Correa de cumbrera 73
Correas 88
Correas articuladas 73
Corredor, acceso a viviendas por 242, 244
Correo neumático 281
Corriente alterna 19-20
Corriente continua 19
Corriente eléctrica, símbolos 19
Corriente mixta 19
Cortafuegos, cierres 541, 547
Cortafuegos, puertas 171
Cortafuegos, puertas correderas 171
Cortavientos 207
Cortinas 161
Cortinas de aire 170
Cortinas de separación 170, 461
Cotas 6
Crematorios 531-532
Cría de cabras 352
Cría de cerdos 357
Croquet, campo de juego 430
Croquizar 22
Cruceros 447
Cruceros con quilla 444
Cruces de viales 189
Cuadrado 34-37
Cuadras 358-359
Cuarto de contadores 16
Cuartos de baño, rehabilitación 252
Cuartos de baño en hoteles, distribución 406
Cuartos de duchas 461
Cuartos de servicio 209-210
Cubertería para banquetes 397
Cubertería para comidas 397
Cubertería para desayunos 397
Cuberterías 216-217, 397
Cubiertas, armadura 72-73, 250
Cubiertas, detalles de 76-79, 82
Cubiertas, detalles de aislamiento térmico 114
Cubiertas, estructura 250
Cubiertas, lucernarios 155
Cubiertas, pendientes 55, 72, 75
Cubiertas, peso de las 77
Cubiertas, pesos propios 75, 555
Cubiertas, sobrecargas de uso 556-557
Cubiertas, tipos 74
Cubiertas, tipos de armaduras 250
Cubiertas a dos aguas 74
Cubiertas a cuatro aguas 74, 236
Cubiertas a una vertiente 74
Cubiertas ajardinadas 78, 80-83
Cubiertas ajardinadas, tipos 81-82
Cubiertas calientes 77-78, 82
Cubiertas con cámara de aire ventilada 79
Cubiertas con mansarda 73-74
Cubiertas chilladas 74
Cubiertas de andenes 255
Cubiertas de cabios 72-73, 250
Cubiertas de correas 72-73, 250
Cubiertas de hormigón 76-79
Cubiertas de paja 74
Cubiertas de piezas prefabricadas de hormigón 74-75
Cubiertas de pizarra 74
Cubiertas de pizarra, pesos propios 555
Cubiertas de placas de fibrocemento 75
Cubiertas de placas de fibrocemento, pesos propios 555
Cubiertas de planchas de acero 75
Cubiertas de teja 74-75
Cubiertas de vidrio 313-314
Cubiertas en diente de sierra 74, 343
Cubiertas frías 76-77, 79, 82
Cubiertas inclinadas, pendientes 72-75, 77
Cubiertas inclinadas ajardinadas 82
Cubiertas invertidas 77, 79, 82
Cubiertas laminares 40
Cubiertas metálicas, pesos propios 555
Cubiertas para tribunas 428
Cubiertas planas 77-79, 555
Cubiertas planas, accesos 177
Cubiertas planas, encuentros con muros de cerramiento 78
Cubiertas planas, remate perimetral 78
Cubiertas planas, sumideros 78
Cubiertas poligonales 343
Cubiertas suspendidas 40
Cubiertas transparentes 314
Cubiertas ventiladas 76
Cubiertos 216
Cubos de basuras 209
Cuerpo humano, medidas 25-28
Cuerpos platónicos 87
Cuestionario para elaboración de proyectos 43-44
Cumbrera 73-74
Cunas 7
Cúpulas 39
Cúpulas de vidrio 310-312
Cúpulas textiles, construcción 84
"Curling" 452
Curva de audición 265
Curva de pendientes visuales 417, 428
Curva de visibilidad 265
Chimeneas 10, 17, 20, 69-70, 78

Chimeneas, altura 69-71
Chimeneas, conductos 6
Chimeneas, efecto del viento en el tiro 70
Chimeneas, embocadura 70
Chimeneas de extracción de gases 16-17
Chimeneas de gas 10
Chimeneas de piezas prefabricadas 70
Chimeneas domésticas 70
Chimeneas prefabricadas 70

D

Decágono 34
Decorados, almacén de 421
Decorados, taller de 422
Densidad lumínica 128, 133-134
Dentistas 478
Deportes sobre hielo 451-452
Depósito de cadáveres 531-532
Depósitos de gas-oil 95-97
Desagüe, bombas de 12
Desagües 12-15
Desagües de cubiertas 75, 78
Descontaminación de aguas 14
Deshumectación, cargas de 106
Desinfección de desagües 14
Deslumbramiento 132-133, 152, 162
Deslumbramiento, protección del 152, 162
Despensas 211
Desvanes 76
Detección de intromisión/agresión, centralita 21
Detección de robo, centralita de 21
Detectores de humos 21, 533-535
Detectores de incendios 533-534
Detectores de incendios, símbolos 18, 21, 533-534
Detectores de incendios, superficies máximas de vigilancia 534
Detectores de intrusión 174
Detectores de llamas 21, 533-535
Diagnóstico radiológico 502-504, 515
Diagrama de barras 48, 52
Diagramación 22-23
Diagramas de flujos de trabajo 340
Diagramas lineales 48, 52
Diagramas solares 145
Dibujo, instrumentos de 22
Dibujo, material de 22
Dibujo, salas de 270
Dibujo, tamaño láminas 5, 22
Dibujos 4-6, 22-23
Dibujos, armarios de 270
Dibujos, formatos normalizados 5-6
Dibujos, normas 5-6
Dibujos, plegado de láminas 5
Dibujos a tinta 11, 22
Dibujos de detalle 49
Dibujos de ejecución 45, 49
Difusión del vapor de agua, ejemplos de 112
Difusión, resistencia a la 113
Dilatación, juntas de 63, 78
Dimensiones, percepción 31
Dimmer, símbolos 19
Diques 443
Dirección de obra 43, 47
Directrices para el ajardinamiento de cubiertas 83
Disfraces 421
Dispensarios 506
Dispersión acústica 124
Dispositivos elevadores 323-326, 342
Dispositivos de extracción de humo y calor, distribución y tamaño 539-540
Docencia, salas de 259, 269
Documentos de proyecto 44
Dormitorios 7, 218-220, 236, 277
Dormitorios estándar en hoteles 406
"Downlight" 129-134
Drenaje 61-63
Drenaje, arqueta de 62
Drenaje, capas de 61-63, 82
Drenaje, símbolos de capas 9
Drenaje, sistemas de 62
Drenaje, tuberías de 62-63
Drenaje superficial 63
Drenaje de pistas de patinaje 453
Ducha 221
Ducha, célula compacta 223
Duchas 7, 15, 221-225, 346-347
Duchas, instalaciones de 346-347
Duchas de esquina 7
Duchas de mano, símbolo 15
Duchas en piscinas, instalaciones de 467-468, 471
Durero 25
Duroplásticos 143

E

Ebanisterías 327-328
Ebanisterías, esquemas funcionales 328
Eco 122-124
Edificación 42
Edificación, normativa 42-43
Edificación, propuestas de situación 42
Edificios, fundamentos tipológicos 286-290
Edificios, manzana cerrada 243
Edificios, modernización 248-255
Edificios antiguos 248
Edificios aterrazados 245
Edificios de aparcamientos 385-388
Edificios de oficinas 274-308
Edificios de oficinas, tipos de espacios 284
Edificios de oficinas, altura entre plantas 297
Edificios de oficinas, ejemplos de organización en planta 300
Edificios de oficinas, instalaciones 297
Edificios de oficinas, organización 284
Edificios de oficinas, sistemas estructurales 296
Edificios de oficinas, superficies necesarias 291
Edificios de pisos, tipos constructivos 242
Edificios de viviendas 242-245
Edificios de viviendas, plantas 243
Edificios de viviendas, sistemas de acceso 244
Edificios en hilera 242
Edificios industriales 339-348
Edificios industriales, instalaciones sanitarias 345-347
Edificios industriales, planificación 339
Edificios laminares 242
Edificios públicos, sobrecargas de uso 557
Ejecución de cubiertas 77
Ejecución de obras 45-53
Ejecución de obras, planificación 48-52
Ejes, normalización distancia entre 55
Ejes, retícula 11
Elastómeros 143
Electricidad, producción de 98-99
Electrocardiogramas, espacio mínimo 477
Electrodomésticos empotrados 213
Elementos arquitectónicos 38
Elementos constructivos, resistencia al fuego 545
Elementos de construcción, pesos propios y ángulos rozamiento 551-555
Elementos portantes, sobrecargas de impacto 556
Eliminación de heces, sistemas 354
Embarcaciones, clases de 444-447
Embarcaciones, tamaño 445-447
Embarcaciones a motor 447
Embarcaciones a remo 446-447
Embarcaciones a vela 444-445
Embarcaciones deportivas 444-447
Embarcaderos 443
Empalizadas 198, 231
Emplazamiento 42
Empuje de las tierras 60
Enchufes, símbolos 19
Endoscopia 488, 504
Eneágono 34
Energía, coste 297
Energía, formas de 93
Energía, fuentes de 100
Energía, pérdidas de 100
Energía solar 101-102, 147-149
Energía solar, aprovechamiento 101-102
Energía solar, sistemas de utilización 148-149
Enfermeras, puesto de trabajo 491, 500
Enfermeras, sala de descanso 493
Enfermería 468
Engorde de animales, período principal 355-356
Engorde de cerdos, puestos de 355
Enjaretado 201
Enredaderas 204
Enrejados de acero 199
Enrejados de alambre 199
Enrejados de alambre ornamental 199
Enseñanza, niveles 256
Enseñanza, tipos de 264
Entalpía, flujos de 106
Entibaciones 58
Entramados de madera 249
Equinoccios 157-158
Equipaje 372
Equipaje, mostrador de entrega 372
Equitación 448-449
Escalas 6
Escalas de reducción 22
Escaleras, anchura 175, 427
Escaleras, anchura de paso 175, 398
Escaleras, espesor paredes caja de 67
Escaleras, formas 176
Escaleras, medidas mínimas 175
Escaleras, ojo de 177
Escaleras, pendiente 175-179
Escaleras, relación huella-contrahuella 6, 8, 175-178
Escaleras, rellanos 176
Escaleras, sobrecargas de uso 556-557
Escaleras de caracol 175-176, 178
Escaleras de emergencia 175, 178
Escaleras de madera, rehabilitación 252
Escaleras de seguridad 167
Escaleras deslizables 177
Escaleras exteriores 175
Escaleras exteriores, rehabilitación 252
Escaleras helicoidales 178
Escaleras interiores, rehabilitación 252
Escaleras interiores de viviendas 176
Escaleras mecánicas 179
Escaleras mecánicas, dimensiones 179
Escaleras plegables 177, 209
Escaleras "samba" 177
Escalonamiento del subsuelo 201
Escaparates 315
Escenario 416-421
Escenario elevable 417-420
Escenario hidráulico 418
Escenarios, almacén de accesorios 421
Escenarios, altura 417
Escenarios, anchura 417
Escenarios, boca de 416-417
Escenarios, detalles 420
Escenarios, proporciones de los 419
Escenarios, superficies auxiliares 420-422
Escenarios, técnicas de transformación 420

Escenarios auxiliares 419-421
Escenarios de ensayos 423
Escenografías, almacén de 421
Esclusas 317
Esclusas de aprovisionamiento 495
Esclusas de luz 259, 268
Esclusas de personas, control de accesos 21
Esclusas en hospitales 495
Esclusas para batas 495
Esclusas para el personal 495
Esclusas para material 495
Esclusas para pacientes 495
Esclusas para visitas 495
Esclusas sonoras 268
Escopeta de pequeño calibre 455
Escorrentía de terrenos 12-14
Escorrentía natural de aguas 13 y s.
Escribir a máquina, puesto para 291
Escritorios 7, 292-294, 299
Escuadras 22
Escuadrías de la madera 6
Escuelas 256-264, 350
Escuelas, cocinas 260
Escuelas, construcción de 263
Escuelas, directrices de construcción 256
Escuelas, tipos 256
Escuelas, grandes salas 263
Escuelas, relaciones entre espacios 256
Escuelas de enseñanza primaria 256, 261-262
Escuelas de enseñanza secundaria 256-260
Escuelas de formación profesional 256-257, 262, 264
Escuelas elementales 257
Escuelas especiales 256
Escuelas superiores 265-274
Escurridor 213
Espacio de coordinación 56
Espacios vivienda, relaciones 207, 210, 215
Espaldares 203
Espalderas 458
Espectadores 427
Espectadores, instalaciones para 428, 461, 469
Espectadores, salas de 416-418, 423-425
Espina de pez 68, 92
Espiral 35
Espumas sintéticas, símbolos 9
Establo de boxes 358
Establo lineal de boxes 360
Establos 352-353, 355-357
Establos, condiciones climáticas 367
Establos, datos climáticos 357
Establos, evacuación y desagües 366
Establos, temperatura 358
Establos, tipos de 361
Establos de amarre 358, 360, 361
Establos de caballos 358-359
Establos de cría de cerdos 357
Establos de engorde de cerdos, superficies necesarias 364
Establos de engorde y cría de cerdos 355-357
Establos de ganado vacuno 360-361
Establos de ganado vacuno, superficies necesarias 364
Establos de vacas lecheras, superficies necesarias 364
Establos lineales 352
Establos para cabras 352, 353
Establos para ganado menor 352-353
Establos para ovejas 353
Estabulación 355-361
Estacas de madera 201-202
Estacionamiento de aviones, sistemas de 392-395
Estaciones de autobuses 374-375
Estaciones de ferrocarril 372-373
Estaciones de ferrocarril, naves de mercancías 371
Estaciones de servicio 390
Estaciones del año 144
Estaciones término 373
Estadios 85, 427-428
Estadios, alcance visual 427
Estadios, esquemas de circulación 427
Estadios, líneas visuales 428
Estadios, orientación 427
Estadios, perspectiva histórica 427
Estadios, superficies necesarias 427
Estadios, tipos 427
Estanqueidad 248,251
Estanterías 279-282, 294-295
Estanterías, sistemas de 341, 326
Estanterías de almacenes 325
Estanterías de venta, dimensiones 319
Estanterías en bibliotecas 279-282
Estanterías en voladizo 326
Estanterías para documentos 294
Estanterías para libros, dimensiones 279-282
Estanterías para palets 325-326
Estanterías-peine 326
Estanterías-tonel 326
Estantes de autoservicio 315
Estantes de venta 315
Estantes en comercios 317
Estantes para cables eléctricos 326
Estepa 411
Estercolero 354, 366
Esterilización centralizada 494
Estibadoras 342
Estibadoras de horquilla 323, 324, 556
Estiércol líquido, almacenaje 366
Estiércol líquido, producción y composición 366
Estiércol sólido, producción y composición 366
Estructuras 40
Estructuras, luces 72
Estructuras atirantadas 84, 86
Estructuras de acero 343
Estructuras de acero, comportamiento ante incendios 544-546
Estructuras de acero, revestimientos protección fuego 544, 546
Estructuras de acero refrigeradas por agua 544
Estructuras de cables 84-85
Estructuras de madera 38-39, 253, 343
Estructuras de madera, refuerzo 249
Estructuras de madera laminada 343
Estructuras de malla espacial 343
Estructuras de pórticos 90
Estructuras espaciales 35, 87-89, 253, 255
Estructuras portantes 90
Estructuras suspendidas 85-86
Estufa finlandesa para saunas 474
Evacuación de estadios, tiempo de 427
Evacuación de estiércol 366
Evaporización 30, 107
Excavación de cimientos 58
Expendedor de billetes 372
Expendedor de comidas 403
Expendedor de jabón 346
Expendedor de toallas de papel 346
Exploración médica, espacio mínimo 477
Explotaciones agropecuarias, superficies necesarias 364
Exposición de vehículos, superficies de 333
Exposición, salas de 528-530
Exposiciones, superficies necesarias 528
Expositores en comercios 315-318
Expositores frigoríficos 318
Extracción de aire, conductos 7, 108-109
Extracción de humo, aberturas de 159
Extractores de calor 538-540
Extractores de humo 538-540
Extractores, símbolos 18

F

Fábrica de ladrillo 64-68, 199
Fábrica de ladrillo, aparejos 68
Fabricación, planificación 340
Fabricación, proceso de 340
Fabricación, sistemas de 340
Fábricas 339, 557
Fábricas, acceso ferroviario 339
Fábricas, planificación 339
Factor de simultaneidad 12-13
Facultades 265-269
Fachadas de entramado de madera 249
Falsos techos reticulares 136
Farmacia en hospitales 507, 509
Féretros 531
Ferrocarril, franja de servidumbre 370
Ferrocarril, gálibos 370
Ferrocarril, sistemas de cambio de agujas 369
Ferrocarril, vías de empalme 369
Ferrocarril metropolitano 193-195
Ferrocarriles 368-373
Ferrocarriles de vía estrecha 369-370
Fertilizantes, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Filarmónicas, acústica de 123
Filas de asientos, dimensiones 416, 425
Filtrado 107
Filtrado, capa de 62
Filtrado, tuberías de 61-63
Filtros, clases 107
Filtros, instalaciones a gas 16
Filtros de aire 107, 109
"Fingers" 392
Fisioterapia 488, 505
Flujo luminoso 128
Fluorescentes 18, 128-131, 134, 136
Fontanería, taller de 332
Forja, salas de 332
Forjados 91, 251
Forjados, pesos propios 552-553
Forjados, sobrecargas de uso 556-557
Forjados abovedados, pesos propios 553
Forjados cerámicos, pesos propios 553
Forjados con jácenas de acero 91, 251
Forjados de bloques macizos y huecos, pesos propios 553
Forjados de bovedillas cerámicas 91
Forjados de hormigón armado, pesos propios 552-553
Forjados de hormigón armado traslúcido, pesos propios 551
Forjados de placas de hormigón, pesos propios 553
Forjados de vigas de madera 91, 251, 546
Forjados mixtos 91
Forjados nervados 91
Forjados prefabricados 91
Forjados reticulares 296, 344
Forjados-rampa 385
Formas arquitectónicas 38-40
Formas artísticas, origen de las 38
Formatos base 4
Formatos DIN 4-5
Formatos normalizados 4-5
Forraje 357
Forraje, dispensador automático 352-355
Forraje, pesebres de 352
Forraje para animales 355
Fosas de estiércol 366
Fosas de estiércol líquido 366
Foso de agua, carreras obstáculos 433
"Foyer" 414, 423
Frambuesas, plantación 203
Frecuencias 121
Frecuencias de las ondas sonoras 117, 121, 124
Frecuencias límite 117, 121
"Free Flow" 402
Fregaderos 7, 15, 213-215

Frigorías 103-105
Frigoríficos 7, 16, 214, 318
Frigoríficos, expositores 318
Frontones 437
Frutas, refrigeración 104
Fruterías 316
Fuente-surtidor de agua potable 346
Fuentes sonoras 117-118, 120-121
Fuerza eólica 93
Fusibles 173
Fútbol 429-430, 458
Fútbol-sala 430

G

Galerías 230, 557
Galerías, sobrecargas de uso 556-557
Galerías comerciales 310-314
Gallinas 351, 354
Gallinas ponedoras 354
Gallineros 351, 154
Gansos 351
Garajes 171, 385-388, 557
Garajes, ejemplos 388
Garajes, normativas 388
Garajes, sistema "D'Humy" 385
Garajes, sobrecargas de uso 556-557
Garajes, tipos 385-388
Garajes con ascensores para vehículos 386
Garajes de explotaciones agrícolas 362
Garajes de plantas inclinadas 387-388
Garajes individuales 386
Garajes para vehículos de minusválidos 480
Garantía, plazos 47
Gas, aparatos a 17
Gas, instalaciones de 16-17
Gas-oil 93
Gas-oil, contenedores para 96-97
Gas natural 93
Gases de combustión 98
Gasolineras 97, 389-390
Gasolineras, emplazamiento 390
Generadores de electricidad 18
Gimnasia, barra de equilibrio 460
Gimnasia, barras asimétricas 460
Gimnasia, potro 458, 460
Gimnasia de trampolín 458
Gimnasia deportiva 458
Gimnasia rítmica 458
Gimnasios 459-460
Gimnasios, aparatos 459-460
Gimnasios, carrito de colchonetas 460
Gimnasios, sobrecargas de uso 556-557
Ginecología 488
Golf, campos de prácticas de 442
Golf, instalaciones de un campo de 441-442
Gomas de borrar 23
Gradas con localidades de pie 428
Gradas de asientos 428, 461
Gradas en instalaciones de hípica 448
Gradas para espectadores 428, 461
Gradas para espectadores, tipos 427-428, 461
Graderías, sobrecargas de uso 556-557
Grado de reflexión 133
Graneros 363
Granjas 362-367
Granjas, superficies necesarias 364
Granjas de gallinas 354
Grava, símbolo 10
Grifería, ruido de la 120
Grosellas, plantación de 203
Grúa apiladora 323
Grúas 342
Guardarropas 7, 258, 269, 348, 421-422, 423
Guarderías 275
Guías desplazables para vehículos en garajes 386

H

Habitaciones, asoleo 236
Habitaciones, orientación 234-236
Habitaciones de lujo en hoteles 406-407
Habitaciones de hospital 498-499
Habitaciones de hotel 406-407
Habitaciones de tratamiento intensivo 499
Habitaciones infantiles 236
Heces, fosas para 366
Helipuertos 391, 556-557
Helipuertos en forjados de cubierta, sobrecarga de uso 556-557
Helipuertos, sobrecargas de uso 556-557
Heno, almacenaje 359
Heno, almacenes de 365
Heptágono 34
Hexágono 34
Hielo artificial 451-452
Hielo en cubiertas, acumulación de 76
Hierba, símbolo 10
Hipermercados 318
Hípica 448-449
Hípica, almacenes de forraje 449
Hipótesis de carga de elementos de construcción 551-557
Hipótesis de carga de materiales 551-557
Hockey 429-430, 458
Hockey sobre hielo 452
Hockey sobre patines 452-453, 458
Hockey-sala 430
Hogares abiertos 69
Hogares abiertos, dimensiones 70
Hogares, utensilios 69
Hombre, altura 25
Hombre, dimensiones y espacio necesario 25-28
"Home-Base" 291-292
Honorarios 43
Hormigón 552
Hormigón, bloques de 199
Hormigón, camión de bombeo de 379
Hormigón, elementos prefabricados de 91
Hormigón, adoquines 231
Hormigón, muros de contención 200
Hormigón, peldaños de 200
Hormigón, peso propio 552
Hormigón, piezas prefabricadas 343-344
Hormigón, símbolos 10
Hormigón, traviesas de vías de 368
Hormigón armado 40, 552
Hormigón armado, estructuras de 38, 40, 343
Hormigón armado, forjados de placas de 91
Hormigón armado, losa nervada 91, 553
Hormigón armado, piscinas de 206
Hormigón gaseoso, peso propio 552
Hormigón ligero, peso propio 552
Hormigón ligero armado, peso propio 552
Hornos 7, 18, 213-215
Hornos continuos 403
Hornos empotrados 213
Hospitales 483-517
Hospitales, almacén de combustible 508
Hospitales, almacenes 510
Hospitales, aprovisionamiento centralizado 506
Hospitales, aprovisionamiento de alimentos 507
Hospitales, aprovisionamiento de ropa 507
Hospitales, archivo 510
Hospitales, central de calefacción 508
Hospitales, central de camas 507
Hospitales, central de comunicaciones 509
Hospitales, central de gases 509
Hospitales, cocina 508
Hospitales, diagnóstico de accidentes 504
Hospitales, diagnóstico funcional 504
Hospitales, dimensiones de las habitaciones 498-499
Hospitales, esclusas 495
Hospitales, esterilización 506
Hospitales, farmacia 506-507
Hospitales, fases de proyecto 485
Hospitales, generalidades 483
Hospitales, grupos de asistencia 498
Hospitales, habitaciones para pacientes 498-499
Hospitales, instalaciones eléctricas 509
Hospitales, modulación de medidas 488-489
Hospitales, organización 498
Hospitales, planificación de las obras 484
Hospitales, programa de necesidades 490
Hospitales, protección antiaérea 509
Hospitales, quirófanos 491-492, 494
Hospitales, relaciones de la unidad de aprovisionamiento 506
Hospitales, residencias para el personal 511
Hospitales, restaurante en 508
Hospitales, retícula estructural 488
Hospitales, sala de esterilización 492
Hospitales, sala de subesterilización 492
Hospitales, salas de administración 510
Hospitales, salas de anestesia 492
Hospitales, salas de enyesar 492
Hospitales, salas de oración 510
Hospitales, salas de servicio de unidades de asistencia 500
Hospitales, superficies de las unidades de funcionamiento 488
Hospitales, superficies necesarias 489
Hospitales, tipología 486
Hospitales, tipos 483
Hospitales, tipos de organización de la asistencia 498
Hospitales, tratamiento de urología 505
Hospitales, tratamiento odontológico 505
Hospitales, tratamiento otorrinolaringológico 505
Hospitales, unidad de accidentados 512
Hospitales, unidad de administración 510
Hospitales, unidad de aprovisionamiento 506-509
Hospitales, unidad de asistencia individual 498
Hospitales, unidad de asistencia 497-500, 520
Hospitales, unidad de asistencia especial 517
Hospitales, unidad de asistencia intensiva 497-498
Hospitales, unidad de cuidados especiales 497-498
Hospitales, unidad de cuidados intensivos 496-498
Hospitales, unidad de enfermos leves 497
Hospitales, unidad de fisioterapia 505
Hospitales, unidad de investigación 511
Hospitales, unidad de lactantes 516
Hospitales, unidad de medicina nuclear 515, 517
Hospitales, unidad de neonatología 516
Hospitales, unidad de patología 515
Hospitales, unidad de psiquiatría 517
Hospitales, unidad de quirófanos 491-494
Hospitales, unidad de reconocimiento 500-501
Hospitales, unidad de terapia 504
Hospitales, unidad de tratamiento 501-503
Hospitales, unidad de urgencias 512

Hospitales, unidad de vigilancia postoperatoria 493
Hospitales, unidad infantil 517
Hospitales, unidades de tratamiento 477, 501-503
Hospitales, unidades experimentales 511
Hospitales de diagnóstico 514
Hospitales de reumatología 513
Hospitales de urgencias 512
Hospitales especializados 483, 513-514
Hospitales infantiles 514
Hospitales neurológicos 513
Hospitales para animales 413
Hcspitales universitarios 511
Hoteles 405-409
Hoteles, cocinas 400, 408
Hoteles, ejemplos 409
Hoteles, esquemas de plantas de 406
Hoteles, habitaciones 406-407
Hoteles, plazas de aparcamiento 410
Hoteles, servicio de planta 407
Hoteles, superficies 405
Hoteles, superficies necesarias 407
Hoteles, tipos 407
Hoteles, zonas de servicio 407
Hoteles de vacaciones 405, 407
Hoteles para seminarios y convenciones 406
Huertos, símbolo 10
Huevos, refrigeración de 104-105
Humedad, daños ocasionados por la 250-251
Humedad, grado de 103
Humedad del aire 29-30, 106, 112-114, 367
Humedad del aire, valores 30
Humedad del suelo 61-63
Humedad relativa 29-30, 103-106, 112-114, 367
Humidificación, dispositivos 107

I

Iglesias 521-525
Iglesias, bancos para 521
Iluminación, intensidad de 128-136, 150, 152
Iluminación artificial 128-136
Iluminación de edificios 134
Iluminación de orientación 128
Iluminación de vías públicas 128
Iluminación del puesto de trabajo 132-135
Iluminación directa 131
Iluminación indirecta 131
Iluminación interior 128-135
Iluminación natural 144-156
Iluminación natural, coeficiente de 150
Iluminancia, tipo de espacio 130
Iluminancia media 134
Iluminancia nominal 135
Impermeabilización 61-63
Impermeabilización, láminas de 79
Impermeabilización, símbolos 9
Impermeabilización de cubiertas, pesos propios 555
Impermeabilización de cubiertas planas 79
Impermeabilización de sótanos 61-63
Impermeabilización resistente a la presión hidrostática 63
Impermeabilizantes, pesos propios 554
Impulsión de aire, conductos de 108-109
Incendios, clasificación de usos según el riesgo de 540
Incendios, comportamiento de los elementos constructivos 545-547
Incendios, instalaciones de detección 173, 533-534
Incendios, instalaciones de extinción 536-537
Incendios, tipos de detectores 533-534
Industrias, construcción 339-348
Industrias, diagramas de funcionamiento 340
Industrias, flujo de material 339-341
Industrias, símbolos de planificación 340
Industrias, sobrecargas de uso 556-557
Industrias cárnicas 321
Inodoros 7, 15, 221-225, 347
Insectos 412
Insonorización acústica 120
Instalación antirrobo 21
Instalación antirrobo, contacto magnético 21
Instalación antirrobo, contacto pendular 21
Instalación de antena colectiva 127
Instalación de climatización de alta presión 108-109
Instalación de filtrado 367
Instalaciones, conductos de 273-274
Instalaciones, ruido de las 120
Instalaciones acuático-deportivas 447
Instalaciones de aire acondicionado 106
Instalaciones de calefacción 93
Instalaciones de cierre, tipos 172
Instalaciones de climatización de baja presión 108
Instalaciones de climatización, símbolos 109
Instalaciones de detección de intrusión 173-174
Instalaciones de extracción de calor 538-540
Instalaciones de extracción de gases combustibles 17
Instalaciones de extracción de humo 538-540
Instalaciones de gas 16-17
Instalaciones de hípica 448-449
Instalaciones de lanzamiento, dimensiones 434
Instalaciones de refrigeración 107
Instalaciones de riego 81
Instalaciones de seguridad 173-174
Instalaciones de tiro 455-456
Instalaciones de vigilancia 173
Instalaciones deportivas 427-476
Instalaciones eléctricas 18-20
Instalaciones extinción incendios 536-537
Instalaciones extinción incendios mediante CO2 536
Instalaciones extinción incendios mediante "sprinklers" 535
Instalaciones extinción incendios mediante espuma 537
Instalaciones extinción incendios mediante polvos 537
Instalaciones extinción incendios mediante rociadores de agua 536
Instalaciones extinción incendios mediante halón 537
Instalaciones sanitarias 345
Instalaciones sanitarias en piscinas 468-471
Instalaciones sanitarias y condiciones laborales 346
Institutos 257
Intensidad acústica 117, 120, 122, 197
Intensidad acústica, diferencias de 123
Intensidad luminosa 128
Intensidad nominal de iluminación 130, 135
Intercambio térmico 30,106-110
Interruptores, símbolos 19
Intrusión, técnicas de detección 21
Invernaderos 102
Irradiación de energía 101, 149
Isófonas, líneas 197
Isotermas, líneas 103

J

Jácenas 344
Jácenas en voladizo 344
Jardín de infancia 256, 275
Jardines 198-206
Jaulas de cría 352, 354
Jaulas individuales 354
Jaulas para animales 411
Jaulas para conejos 352
Jaulas ponederas escalonadas 354
Jinetes 448
Judo 458, 463
Juego de pelota 429
Juego del marro 429
Juegos, equipamiento para 276, 476
Juntas de dilatación 63, 78
Juntas de dilatación 300

L

Laboratorios 271-274, 504
Laboratorios, equipamiento 272
Laboratorios, instalaciones 272-273
Laboratorios, modulación 274
Laboratorios, puestos de trabajo 272
Laboratorios, salas de mediciones 272-274
Laboratorios clínicos 504
Laboratorios de fotografía 259, 272
Laboratorios de idiomas 258
Laboratorios de investigación 271, 511
Laboratorios de isótopos 274
Laboratorios de prácticas 271
Laboratorios de unidades 272
Laboratorios especializados 271
Laboratorios fríos 272
Laboratorios químicos 271-272
Ladrillos 66-68
Ladrillos, unidades necesarias 66
Ladrillos, dimensiones 65
Ladrillos refractarios, pesos propios 552
Lamas acústicas en campanarios 525
Lamas de madera 198
Lamas de protección solar 162
Láminas bituminosas, pesos propios 555
Láminas de impermeabilización 61-63
Láminas impermeabilizantes, símbolo 9
Láminas sintéticas, pesos propios 555
Lámparas, tipos 128-134
Lámparas de alta presión 128-134
Lámparas de baja presión 128-134
Lámparas de descarga 128-134
Lámparas de halogenuros 128-134
Lámparas de incandescencia 128-134
Lámparas de uso universal 128-134
Lámparas de vapor de mercurio 128-134
Lámparas de vapor de sodio 128-130
Lámparas halógenas de incandescencia 128-134
Lanzamiento de disco 434
Lanzamiento de disco sobre hielo 451-452
Lanzamiento de herradura 430
Lanzamiento de jabalina 434
Lanzamiento de martillo 434
Lanzamiento de martillo sobre hielo 452
Lanzamiento de peso 434
Lanzamiento, sector de 434
Lápidas funerarias 532
Lavaderos 7
Lavado, capacidad de 228
Lavadora automática de ropa 228
Lavadora industrial 228
Lavadoras, símbolos 15, 18
Lavamanos 7, 15, 221-225, 499
Lavamanos, instalaciones de 346-347
Lavamanos corrido 346-347
Lavamanos de dos senos 221
Lavanderías 228-229
Lavapies 346-347
Lavavajillas 7, 15, 18, 213

Le Corbusier 25, 37
Lector de tarjetas de identificación 21
Lectura, puestos de 269
Leonardo da Vinci 25
Lesiones en edificios 248
Letras, tamaño de las 23
Libros 279-282
Libros, almacenaje 260, 269
Libros de obra 47
Limpieza de automóviles 333, 336
Limpieza de edificios 167
Limpieza de fachadas, dispositivos de 167
Línea de protección 19
Línea telefónica, símbolo 19
Línea, tipos de 11
Líneas, anchura 11
Líneas auxiliares de referencia 11
Líneas eléctricas 19
Líneas eléctricas, caracterización y aplicación 19
Líneas eléctricas, conexiones entre 19
Líneas eléctricas, puntos de apoyo 19
Linternas 159
Líquidos, pesos propios 551
Literas 218,277
Locales para ancianos 518
Longitud de onda 144
Longitud nominal 12
Longitud nominal, modificación 15
Losas de cimentación 59
Losas nervadas 91, 296, 344
Losas nervadas, pesos propios 553
Lucernarios, tipos 154-156, 159
Lucernarios en cubiertas en diente de sierra 155, 159
Lucha grecorromana 463
Luge, pistas 451
Lumen 128
Luminancia, cantidad de 128
Luminarias 18, 128-136
Luminarias, distribución de 132
Luminarias, distribución de la luz 129
Luminarias, rendimiento eléctrico 134
Luminarias, reproducción del color 132-133
Luminarias, símbolos 128-129
Luminarias, tipos 129
Luminarias de emergencia, símbolos 18
Luminarias de superficie 129-134
Luminarias murales 131
Luminarias para quirófanos 494
Luminarias suspendidas 129-134
Lux 128
Luz, ángulo de incidencia 132, 151
Luz cenital 152-156
Luz, color de la 128, 133, 144
Luz de emergencia, símbolo 18
Luz, direccionalidad 133
Luz, reflexión de la 153
Luz dirigida 153
Luz diurna 144-158
Luz lateral 152-156
Luz natural 144-158
Luz natural, medición 154
Llaves de paso de gas 16

M

Madera, almacén de 328
Madera, símbolo 10
Madera y elementos de madera, pesos propios 552
Malecones 443-445
Maletas 372
Mallas espaciales 35, 87-89
Mallas espaciales "Mero" 88
Mallas poliédricas 87
Mampostería 64
Mampostería en seco 64
Mantenimiento, trabajos de 167
Máquina de coser 7, 210
Máquina de rotular 23
Máquina recreativa de millón 476
Maquinaria agrícola, dimensiones 362
Máquinas, aislamiento acústico 121
Máquinas, salas de 108
Máquinas de cambio de monedas 476
Máquinas recreativas 476
Máquinas tragaperras 476
Marcos de puertas 169
Marcos de ventanas, medidas 165-166
Marquesinas 162
Masajes, espacio mínimo 477
Masilla, símbolo 9
Mástiles 85
Mástiles de embarcaciones, altura 444
Mataderos 321
Materiales agrícolas, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Materiales aislantes, pesos propios 554
Materiales apilados, pesos propios 551
Materiales de construcción, pesos propios y ángulos rozamiento 551-555
Materiales de construcción, resistencia al fuego 545
Materiales de relleno, pesos propios 554
Materiales industriales, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Materiales plásticos 143
Materiales transparentes, propiedades luminotécnicas 136
Materiales traslúcidos, propiedades luminotécnicas 136
Materiales vertidos, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Maternidad 488, 501
Medianeras, aislamiento acústico 119
Medicina intensiva 488, 496
Medicina nuclear 502-503, 515
Medicina nuclear, unidad de tratamiento 515, 517
Mediciones 47-48
Médicos, sala de 500
Medidas de coordinación 36, 57
Medidas de la madera 549
Medidas de obra acabada 53-54
Medidas de obra en bruto 53-54
Medidas del hombre 26
Medidas directrices de obra 53-55
Medidas fundamentales 53-55
Medidas nominales 54
Medidas, series normalizadas 53
Medioteca escolar 260
Membranas textiles 84, 156
Mercados de productos frescos 320
Mercancías, suministro de 317
Mesas 7, 397
Mesas, distribución 398
Mesas, espacio necesario 397
Mesas abatibles 212
Mesas auxiliares 217
Mesas de billar 476
Mesas de comedor 216-217
Mesas de corte 7
Mesas de dibujo 22, 270
Mesas de dibujo, tamaño 270
Mesas de laboratorio 272
Mesas de oficina 294
Mesas de ping-pong 464
Mesas de restaurantes 397
Mesas "Zuntz" 398
Mesitas de noche 7
Metales, pesos propios 552
Metalistería 331
Metereología y radiación solar 147
Método de mallas, planificación 48, 51-52
Metopas 38
Mezquitas 527
Microfichas, puesto de lectura de 281
Micrófonos, símbolos 18
Miguel Ángel 25
Minarete 527
Minigolf 439-440
Minusválidos 479-482
Minusválidos, espacio de movimiento 479
Minusválidos en silla de ruedas 480-482
Mobiliario de cocina 212-215
Mobiliario de iglesias 521
Mobiliario de oficinas, dimensiones 291-295, 298
Mobiliario para balcones 230
Mochila, dimensiones 277
Modulación 36, 55-57
Modulación de medidas, hospitales 488-489
Modulación en la construcción 56-57
Módulo básico 57
"Modulor", el 25, 37
Módulos industriales 339
Monitores, puestos de trabajo con 285, 293, 298, 479
Monitores, técnicas de vigilancia 21
Monitores de televisión, vigilancia 21
Montacargas 181, 183, 403
Montacargas, dimensiones 183
Montaplatos 183
Morteros, pesos propios 552
Mosaicos 36
Mostradores 299
Mostradores de caja 317
Mostradores de venta 315-316, 319
Mostradores de venta, dimensiones 319
Moteles 405, 407, 410
Moteles, dimensiones 410
Moteles, unidades de habitaciones 410
Motocicletas 378
Motocross, pistas 454
Movimientos de tierras, trabajos de 49
Muelles de carga 371, 380
Muelles de carga en diente de sierra 380
Muelles de descarga 380-381
Muro "Krainer" 202
Muro "Trombe" 101
Muros, espesor mínimo 65-67
Muros, espesores 67
Muros, sobrecargas de impacto 556
Muros, tipos de 64-68
Muros de contención 200-202
Muros de ladrillo 68
Muros de protección acústica 197
Muros exteriores 67, 249
Muros exteriores, detalles de aislamiento térmico 114
Muros interiores 67
Muros secos 199-200
Muros-cortina 65
Museos 528-530
Museos, ejemplos 529-530
Música de cámara, acústica 123

N

Nanómetros 144
Naves, estructuras 84
Naves con puente grúa 365
Naves de deporte polivalentes 457-462
Naves de lavado de automóviles 336, 390
Naves de maquinaria agrícola 362
Naves de mercancías 371
Naves industriales 55
Naves industriales, construcción 343
Naves industriales, tipología 343
Naves neumáticas 84
Naves para embarcaciones 445-446
Naves para hípicas, dimensiones 449
Naves para pistas de tenis 438
Nidos 351, 354
Nivel acústico 117, 197
Nivel de iluminación 133
Nivel de intensidad acústica de proyecto 197
Nivel de intensidad acústica, reducción 197

Nivel de ruido 119, 197
Nivel de ruido de las calles 197
Nivel freático 58, 61-63
Nivel sonoro, escala 117
Normas fundamentales 2-21
Nudos "Keba" 89
Nudos del sistema "Mero" 88

O

Obras, medidas de seguridad 47, 49
Obras de fábrica 10, 64-67, 552
Obras de fábrica, pesos propios 552
Obras de fábrica armada 66-67
Obras de fábrica de piedra artificial 65-68
Obras de fábrica de piedra artificial, pesos propios 552
Obras de fábrica de piedra natural 64
Obras de fábrica de piedra natural, pesos propios 552
Obras de fábrica mixtas 64
Obras de fábrica vista 65, 67-68
Obras de mampostería 199
Obras de sillería 64
Octágono 35
Office para camareros 401, 408
Oficinas, climatización 108-109, 297
Oficinas, condiciones laborales 285
Oficinas, costes de mantenimiento 297
Oficinas, criterios 285
Oficinas, dimensiones puestos de trabajo 291-295, 298
Oficinas, edificios de 284-308
Oficinas, ejemplos de edificios 301-306
Oficinas, estructura laboral 286
Oficinas, grandes salas 288-291
Oficinas, mobiliario 291-295, 298
Oficinas, modulación estructural 293, 296
Oficinas, organización 284
Oficinas, planificación 284
Oficinas, potencias lumínicas 291
Oficinas, puestos de trabajo 285, 291-294
Oficinas, salas de grupo 289-292
Oficinas, secciones 292
Oficinas, sistemas de comunicación 285
Oficinas, sistemas estructurales 296
Oficinas, sobrecargas de uso 557
Oficinas, superficies puestos de trabajo 285
Oficinas, superficies útiles 293
Oficinas, tipos de espacios 286
Oficinas celulares 284, 286, 288, 291
Oficinas celulares, variantes 288
Oficinas de dibujo 270
Oficinas diáfanas 288
Oficinas mixtas o combinadas 284, 286, 290-292
Oficinas reversibles 288-289
Ofimática 285
Ondas cortas 144
Ondas de radar 144
Ondas de radio 127
Ondas de televisión 127
Ondas electromagnéticas 127
Ondas largas 144
Ondas medias 144
Ondas ultracortas 144
Óperas 414-416, 418, 420-421, 423
Órbita solar 145, 157-158
Ordenador, mesa para terminal de 299
Ordenanzas municipales 42-43
Órganos 523-524
Órganos, características 523-524
Órganos, fuelles 524
Órganos, número de registros 523
Órganos, pesos y dimensiones 524
Órganos, tipos 523
Orquesta, foso 419
Orquesta, sala de ensayos 423
Orza 444
Ovejas 353

P

Pabellones de atletismo 462
Pabellones de deporte, dimensiones 457-458
Pabellones de deporte, salas auxiliares 457
Pabellones de deporte y gimnasia 457-462
Pabellones de pistas de hielo 85
Pabellones de tenis 438
Pabellones polideportivos 85-86, 438, 457-462
Pabellones polideportivos, zonas de espectadores 462
Pacientes, zona de espera 477
Paisajes en zoos, tipologías 411
Paja, almacenaje 359
Paja, sistemas de embalaje 363, 449
Palacios de deporte 438
Palcos de honor 428
Palcos para espectadores 416, 425
Palets 342
Palets, formas de almacenaje 323, 325
Palets planos 323
Palmetas 203
Palomares 351
Palomas 351
Palos de golf 440-441
Panaderías 316, 337
Panel-puente de señales en autopistas 192
Paneles de césped 201
Paneles vibrantes 124
Pantalanes flotantes 443-445
Pantallas cinematográficas, formatos 424, 426
Pantallas de protección acústica 195
Pantallas de proyección 269, 424, 426
Panteones familiares 532
Papel 22
Papel, tamaños normalizados 5
Papel de croquis 22
Papel milimetrado 22
Paradas de autobús 374
Paradas de ferrocarril metropolitano 193
Pararrayos 20, 125-126
Pararrayos, elementos de captación 125-126
Pararrayos, instalaciones 125-126
Pararrayos, paso de la instalación en cubiertas planas 78
Pararrayos, puesta a tierra 126-127
Parasol 162
Parcelas, superficie 235
Parcelas, tamaños mínimos de 238
Pared hueca 68
Paredes, aberturas en las 169
Paredes, pesos propios 553-554
Parkhotel 409
Parques de bomberos 376-377
Parques de bomberos, almacenamiento de mangueras 376
Parques de bomberos, ejemplos 377
Parques infantiles 276
Parterres, delimitación 231
Parvularios 256, 275
Pasajeros, espacios necesarios 372
Pasajes acristalados 310-313
Pasajes comerciales 312-314
Pasajes peatonales en estaciones 373
Pasamanos 175, 177
Pasamanos, perfiles 177
Pasarela de mantenimiento de ventanas 167
"Paschinko", salas de juego 476
Pasillos 207-208, 401-402, 490
Pasillos, anchura 207-208, 490
Pasillos, superficie 208
Pasillos de restaurantes, dimensiones 398
Pasillos en cocinas de restaurantes 401-402
Paso de peatones subterráneo 195
Paso, medidas de un 27
Pasos a nivel 369
Pasos peatonales 193, 313
Pastelerías 337, 408
Patinaje, pistas de 434, 452-453
Patinaje artístico 452-453, 458
Patinaje artístico sobre hielo 452
Patinaje de velocidad 453
Patinaje sobre hielo 451-452
Patinaje sobre ruedas 452-453
Patos 351
Pavés 142
Pavés, medida de las piezas 142
Pavés, peso propio 553-554
Pavimentos 68, 92
Pavimentos, pesos propios 554
Pavimentos cerámicos 92
Pavimentos de baldosas 92
Pavimentos de baldosas cerámicas 92
Pavimentos de madera 92
Pavimentos de parqué 92
Pavimentos de piedra natural 92
Peatones, caminos para 186-187, 190, 200, 231
Peatones, superficies de circulación 190
Peces 412
Peldaños, perfiles 177
Peldaños, rehabilitación 252
Pelotas de golf 440
Pendientes de escaleras y rampas 176
Pendientes de las cubiertas 72-75, 77
Pensiones juveniles 277-278
Pentágono 34-35
Peraltes, vías de ferrocarril 369
Percepción, campo de 417
Percepción visual 31-32
Pérdida de calor en piscinas 206
Perfiles de vidrio 141
Pérgolas 200
Persianas 161-162
Perspectiva, métodos 23
Perspectivas, dibujo de 23
Pescaderías 316
Pescados, refrigeración de 104
Pesebres 352-353, 358-361
Pesebres, tipos 360-361
Pesebres planos 360
Pesos, levantamiento de 458, 463
Pesos propios 551-557
Pesos propios de elementos de construcción 551-557
Pesos propios de materiales 551-557
Pianos 7
Picaderos 359, 448-449
Picaderos cubiertos 448
Pichón, pistas de tiro al 455-456
Pichón, tiro al 455-456
Pie inglés 549-550
Piedra, formas 38
Piedra natural, clases de 64
Piedras eruptivas, pesos propios 552
Piedras metamórficas, pesos propios 552
Piedras naturales 199
Piedras naturales, pesos propios 552
Piedras para caminos de jardines 200
Piedras sedimentarias estratificadas, pesos propios 552
Pienso, expendedores de 354-355
Pienso para ganado vacuno 361
Piensos, almacenes de 365
Piernas, longitud de las 25
Pies, longitud 25
Pila bautismal 521
Pilares, situación en garajes 387
Pilares, sobrecargas de impacto 556
Pilares en estructuras espaciales 89
Piletas 206

Piletas para lavado de pies 346-347
Pilones de acero 85
Pilotajes 60
Pilotes 59-60
Pilotes, separación entre 60
Pilotes de compactación del suelo 59
Pilotes de hormigón in situ 59-60
Pilotes de hormigón inyectado 60
Pilotes de hormigón vibrado 60
Pilotes flotantes 60
Pilotes hincados 59-60
Pilotes por rozamiento 60
Ping-pong 458, 464
Pintura de impermeabilización, símbolo 9
Piscinas 466-473
Piscinas, condiciones técnicas 226-227
Piscinas, cuarto de refrigeración de agua 226
Piscinas, dimensiones 226, 469
Piscinas, dispositivo de contracorriente 226
Piscinas, equipo adicional 226
Piscinas, equipo técnico 226-227
Piscinas, estanqueidad 227
Piscinas, formas 469
Piscinas, instalación de filtrado 226
Piscinas, instalaciones de salto 470
Piscinas, parámetros urbanísticos 466
Piscinas, paso perimetral 206, 226-227, 466
Piscinas, profundidad 206
Piscinas, revestimientos 227
Piscinas, tamaño 206, 226, 466
Piscinas, tipos 466, 469, 471
Piscinas, tipos de construcción 206, 226-227
Piscinas, tipos de rebosaderos 469
Piscinas, unidades de proyecto 466
Piscinas al aire libre 471-473
Piscinas con oleaje 469, 471
Piscinas cubiertas 79, 226-227, 466-470, 472-473
Piscinas de aluminio 227
Piscinas de entrenamiento embarcaciones a remo 446
Piscinas de hormigón armado 206
Piscinas de jardín 206
Piscinas de obra de fábrica 206
Piscinas infantiles 471
Piscinas para no nadadores 469, 471, 473
Piscinas polivalentes 469
Piscinas prefabricadas de poliéster 206
Piscinas recreativas 472
Pistas de badminton 463
Pistas de "Bobs" 451
Pistas de bolos, tipos 465
Pistas de bolos de madera 465
Pistas de bolos de tijeras 465
Pistas de bolos de asfalto 465
Pistas de carreras 427, 431-434
Pistas de carreras, dimensiones 434
Pistas de carreras, tipos 433
Pistas de carreras de vallas 433
Pistas de carreras de obstáculos 433
Pistas de carreras sobre hielo 451
Pistas de despegue y aterrizaje de aviones 391, 394-395
Pistas de equitación, dimensiones 448
Pistas de esgrima 430
Pistas de hielo 451-452
Pistas de hielo artificial 451-452
Pistas de hípica 448-449
Pistas de hockey sobre hielo 452
Pistas de impulsión 432
Pistas de Indiaca 463
Pistas de lanzamiento 432
Pistas de minigolf 439-440
Pistas de patinaje 452
Pistas de patinaje de velocidad 453
Pistas de "Squash" 464
Pistas de tenis 437-438
Pistas de tenis cubiertas 438
Pistas de tiro 455-456
Pistas para trineos 451
Pitágoras 34, 36
Placa turca 221
Placas aligeradas de hormigón pretensado 91
Placas de cartón-yeso 554
Placas de cartón-yeso, símbolo 9
Placas de fibrocemento, pesos propios 555
Placas de hormigón gaseoso, pesos propios 553
Placas de yeso, símbolo 9
Placas murales, pesos propios 553-554
Placas murales de cartón-yeso, pesos propios 554
Placas murales de hormigón ligero, pesos propios 553
Placas murales de yeso, pesos propios 554
Placas prefabricadas de hormigón, forjados 91
Planchas de acero 75
Planchas de aluminio 75
Planchas de cinc para cubiertas 75
Planchas de cobre para cubiertas 75
Planchas de fibrocemento 75
Planchas de lana de madera, símbolo 9
Planchas de plástico 143
Planchas eléctricas 210
Planchas metálicas, cubiertas de 75
Planificación de la ejecución de obras 45
Planificación de obras 42-53
Planos, levantamiento de 248
Planos para licencias de obras 6
Planta sótano 61-63
Plantación de frambuesas 203
Plantación en cuadrados 203
Plantación en rectángulos 203
Plantación triangular 203
Plantas para ajardinar cubiertas, tipos 81
Plantas trepadoras 204
Plantas trepadoras, soportes 204
Plantillas de curvas 22
Plantillas de rotulación 23
Plásticos 143
Plataforma giratoria para locomotoras 369
Plataformas de carga 380
Plataformas de igualación de niveles 380
Plataformas elevadoras 167
Plataformas hidráulicas 330, 380
Plataformas levadizas 380
Plataformas levadizas de tijeras 380
Plataformas móviles 330
Plataformas móviles de aparcamiento 386
Platón 34
Plazas de aparcamiento 383-388
Plazas de aparcamiento en garajes 383
Plazas de aparcamiento para autobuses 374-375
Plazoletas de cambio de sentido de circulación 382, 384
Plazos de ejecución 44
Plumillas de tinta 23
Pluviometría, mapas de 13
Pocilgas 355-357
Polibanes 7, 15, 222, 224
Polígono de quince lados 34
Polígonos 34-36
Polígonos, trazado modular de 57
Polígonos industriales 339
Ponederos 351, 354
Porches 230
Porches, sobrecargas de uso 557
Porterías de waterpolo 470
Pórticos articulados 90, 343
Pórticos biarticulados 90
Pórticos estructurales 344
Pórticos rígidos 90
Pórticos superpuestos 90
Posición sol, cálculo 144-146, 157-158
Poste de acero 19
Poste de hormigón armado 19
Poste de madera 19
Postes eléctricos 19
Potencia acústica 117
Potencia lumínica 132-133
Precipitaciones, superficie equivalente 13
Presbiterio 522
Presión acústica 117
Presión atmosférica 112
Presión de vapor, diferencia de 112
Presión hidrostática 62-63
Prismas ópticos 153
Producción agrícola 355
Producción agropecuaria 355
Productos agrícolas, pesos propios y ángulos de rozamiento 551
Productos lácteos, refrigeración de 104
Programa de construcción 42
Propagación del sonido 117-124
Proporciones 24-25, 34-37
Proporciones, reglas 416
Proporciones, teoría de las 37
Proporciones del cuerpo humano 25-37
Proscenio 416, 419
Protección acústica 197
Protección acústica, muros 197
Protección acústica, pirámides de 197
Protección ante la caída 167
Protección civil 246
Protección contra incendios 533-537
Protección de la radiación, valores mínimos 502
Protección frente a las vibraciones 121
Protección solar, dispositivos de 149, 152, 162
Proyección estereográfica solar 145
Proyecto básico 45
Proyecto, elaboración del 42-44
Proyecto de ejecución 45-49
Proyector de imágenes 424-426
Proyectores de alarma 21
Proyectos, condiciones contractuales 46, 49
Proyectos, plan de pagos 47
Proyectos, proceso de trabajo 42
Puentes de carga 380, 394
Puentes de carga telescópicos 394
Puentes térmicos 113
Puentes-grúa 342
Puertas 8, 168-171, 207, 490
Puertas, cercos 169
Puertas, hojas de 169
Puertas, medidas huecos de obra 169
Puertas acristaladas 139
Puertas articulables 171
Puertas automáticas 170
Puertas auxiliares 168
Puertas balanceantes 168
Puertas basculantes 171
Puertas contraincendios 541
Puertas correderas 8, 41, 168, 170-171, 317
Puertas cortafuegos 171
Puertas de acceso a viviendas 168
Puertas de cámaras acorazadas 309
Puertas de dos hojas 41
Puertas de habitaciones 168
Puertas de protección ante humos 541
Puertas enrollables 170-171
Puertas escamoteables 170-171
Puertas exteriores 168
Puertas giratorias 8, 21, 168, 170, 317
Puertas hidráulicas 171
Puertas interiores 168
Puertas levadizas 171
Puertas oscilantes 8, 168, 170, 317
Puertas para jardines 199
Puertas pendulares 168, 170-171
Puertas plegables 8, 170-171, 317
Puertas telescópicas 170-171
Puertos de yates 443-445
Puertos deportivos 443-445

Puertos náuticos 443-445
Puesta a tierra, instalación de 126
Puesta a tierra, símbolos 19-20
Puesta a tierra, tipos 126
Puesto de dibujo 270
Puesto de trabajo, iluminación 131-135
Puesto de trabajo con monitores 298
Pulgada inglesa 549-550
Púlpitos en iglesias 521
"Punching-ball" 463
Punto de congelación 103-105
Punto de rocío 112-116
Pupitres 268, 294

Q

Quilate, unidad de peso 549
Quilla 444
Quirófanos 491-492, 494
Quirófanos, climatización 493
Quirófanos, equipamientos 494
Quirófanos, iluminación 494
Quirófanos, requisitos de seguridad 494
Quirófanos, unidad de 488, 491-494

R

Radiación 144
Radiación, ángulo de incidencia 100
Radiación, superficies de 69
Radiación difusa 101, 147-148, 150-156
Radiación global 100, 128, 147-148
Radiación infrarroja 144
Radiación solar 100-101, 144-159, 236
Radiación solar, métodos de cálculo 146
Radiación ultravioleta 144
Radiaciones, protección de 149, 152, 162
Radiaciones, zona de 503
Radiadores 7, 94-95
Radiadores, revestimientos 95
Radiadores de chapa de acero 94
Radiadores de fundición 94
Radiadores de placas 94
Radiadores planos 94
Radiadores tubulares 94
Radio de reverberación 120
Radiología 502-504, 515
Radiología, instituto de 478
Radios de cambio de dirección de vehículos 382
Radios de curvatura de vías de ferrocarril 369
Radios de giro de vehículos 382
Radios de giro de automóviles 378, 382
Radios de giro de autobuses 374
Radios de giro de camiones 381-382, 384
Radioterapia 488, 502-503, 515
Raíces cuadradas 35
Raíl electrificado 19, 131
Raíles, dimensiones 368
Raíles, tipos de 368
Raíles electrificados 131
Rampa "D'Humy" 385
Rampas 178-179, 380-381, 385, 387
Rampas, pendientes 176
Rampas, sobrecargas de uso 557
Rampas de carga 381
Rampas de descarga 381
Rampas electrohidráulicas 380
Rampas en cines "drive-in" 426
Rampas en garajes, situación 387
Rampas escalonadas 178
Rampas helicoidales 385
Rampas mecánicas 180
Rampas para vehículos, pendientes 385, 387
Rampas para vehículos, radio de las 385, 387
Rampas transversales en garajes 388
Rascacielos 301-306
Rascacielos, normativa 301
Rascacielos, rentabilidad 302
Rascacielos, sistemas estructurales 302
Rayos X 144, 477-478
Rayos X, aparatos de 494
Rayos X, salas de 502-504, 515
Rebosaderos de piscinas 206, 227, 469
Rebosaderos de piscinas "St. Moritz" 469
Rebosaderos de piscinas "Wiesbaden" 469
Rebosaderos de piscinas "Zürich" 469
Rebosaderos fineses 469
Recambios, centro de 324
Recipientes de transporte y cocción de comidas 403
Reconversión de unidades 549-550
Reconversiones de edificios industriales, ejemplos 349-350
Recorridos de emergencia en restaurantes 398
Rectángulo 34-35
Red viaria 195
Reflectores 18, 128-130, 133
Reflectores parabólicos 128-134
Reflexión acústica en cubiertas 80
Reflexiones acústicas 122-124
Refrigeración 103-105
Refrigeración, tiempos de conservación 104-105
Refrigeración de alimentos 104-105
Refrigeración por agua de las estructuras de acero 544
Refrigeración por condensación 107
Refrigeración por emisión de vapor 107
Refrigerantes 107
Refugios 246-247
Refugios domésticos 246-247
Refugios públicos 246-247
Regatas, canal de 447
Regatas, símbolo 10
Registro, sistemas de 295, 299
Registros de limpieza de chimeneas 70
Reglas 22
Reguladores de presión, gas 16
Rehabilitación 248-255
Rehabilitación de edificios 248-255
Rehabilitación de edificios, ejemplos 253-255
Rejas ornamentales 199
Rejillas de impulsión y extracción de aire 108
Relaciones interiores en las viviendas, historia 41
Relaciones matemáticas 35-37
Relé de sobrecorriente 19
Relé intermitente, símbolo 18
Relés, símbolos 18-21
Remo, canales de regatas 446-447
Remodelación, trabajos de 254-255
Remolques 379
Remos, dimensiones 446
Rendimiento eléctrico de luminarias 134
Rendimiento lumínico 128
Reparación de automóviles, puestos de trabajo 333-336
Residencias infantiles 275
Residencias para ancianos 518-520
Residencias para minusválidos 482
Residencias para personal sanitario 511
Resistencia a la difusión de la descarga eléctrica 126
Resistencia ante el fuego, clases 545
Resistencia térmica 110-114
Resistencia térmica de cubiertas 77
Resistencia térmica superficial 110
Resonadores 124
Resonancia 121
Respiración 37
Restauración de teatros 415
Restaurantes 397-402
Restaurantes, esquemas funcionales 400
Restaurantes, proyectos 398
Restaurantes, unidad de preparación de verduras 400-404, 408
Restaurantes autoservicio 400, 402
Restaurantes de especialidades 408
Restaurantes en trenes 399
Restaurantes para el personal hospitalario 508
Retícula estructural 274
Retícula perspectiva 23
Retícula triangular 87
Reverberación 120-122
Reverberación, tiempo de 122-124, 424
Revestimientos, pesos propios 554
Revestimientos de cubiertas 74-77
Revestimientos de cubiertas, pesos propios 555
Revestimientos de cubiertas de hormigón, pesos propios 555
Revistas, armario 281
Revocos, pesos propios 554
Revocos, símbolo 10
Riego gota a gota 81
Ripias 198
Rociadores de agua de extinción de incendios, dimensionado hidráulico 536
Ropa, pesos medios 229
Roperos 219
Rosa de los vientos 391
Rotondas 189
Rotondas de cambios de sentido en estaciones de autobuses 374
Rugby 429
Ruido aéreo 117-119
Ruido de impacto 117, 119-121
Ruido de impacto, amortiguación 119-121
Ruido de impacto, materiales aislantes 121
Ruido de impacto, transmisión 119-121
Ruido, nivel de 166

S

Sabana 411
Saco de dormir 218
Sacristía 521
Sala de congresos 245
Sala para entrevistas médicas 477
Salas de ensayos 423
Salas de espera en estaciones 372
Salas de estar 236
Salas de exposición 17
Salas de exposiciones 528-530
Salas de exposiciones, campo visual 528
Salas de exposiciones, iluminación 528
Salas de incineración 531
Salas de juego 476
Salas de mantenimiento deportivo 435-436
Salas de revelado de fotografías 259
Salas de visitas en consultas médicas 477
Salas para seminarios 406
Salas polivalentes 275
Salas polivalentes para grupos 261, 263, 285-286, 289-291
Salidas de emergencia 246
Salón de actos 265
Salón de te 400
Salto con esquís 450-451
Salto con pértiga 433
Salto de altura 433
Salto de caballo 460
Salto de longitud 433
Saltos, instalaciones 433, 470
Sanatorios para ancianos 518-520
Saneamiento de edificios antiguos 250-255
Sanitarios 221-225, 499
Sanitarios, dimensiones 224

Sanitarios en escuelas 258
Sanitarios para minusválidos 468
Sastrerías 338
Saunas, espacios necesarios 475
Saunas, tipos 474-475
Saunas domésticas 475
Secadora automática de ropa 228
Secadora de ropa, símbolo 18
Sección áurea 25, 34, 36-37
Sección, líneas de 6
Sector terciario, evolución 285
Segadoras 362
Seguridad, sistemas de 173-174
Seguridad, técnicas de 21
Selva tropical 411
Seminarios, puestos de trabajo 269
Seminarios, salas 269
Separación entre edificios 344
Separadores de aguas nocivas 14-15
Separatas 282
Sepulturas, disposición 532
Sepulturas, filas de 532
Series de formatos 4
Series normalizadas de medidas 53
Setos 198, 205
"Shed", lucernarios 159
Shunt 71
Signos matemáticos 1
Silos altos, llenado y vaciado 365
Silos de pienso 353-355
Silos planos 365
Silla de ruedas estándar 479
Silla giratoria 270, 294
Sillas 7
Sillas de escritorio 299
Sillas de montar 448
Sillas de oficina 294
Sillas de ruedas 479
Sillas giratorias 294
Sillón-cama 218
Sillones 7
Simbología planos de arquitectura 6-10
Símbolos 1, 6-11, 14-16, 18-21
Símbolos de instalaciones a gas 16-17
Símbolos de instalaciones eléctricas 18-20
Símbolos del Sistema Internacional 2
Simuladores de vuelo o conducción 476
Sinagogas 526
Sirenas, símbolos 18
Sistema "Contiport" 403
Sistema "Gastronom" 401
Sistema de coordinación 56-57
Sistema octamétrico 36
Sistemas de archivo 295, 299
Sistemas de estructuras espaciales 88-89
Sistemas de seguridad 173-174
"Skate-board" 453
"Skateboarding" 453
"Skimmer" 206
Snackbar 400
Sobrecarga de derrumbamiento 247
Sobrecarga de viento en cubiertas ajardinadas 83
Sobrecargas de uso 556-557
Sobrecargas de uso, bibliotecas 281
Sobrecargas de uso, reducción de 557
Sobrecargas de uso en forjados con paso de vehículos 556-557
Sobrecargas de uso en escaleras 557
Sobrecargas de uso pendulares y verticales en forjados 556
Sobrecargas de uso puntuales en cubiertas 556-557
Sobrecargas horizontales de choque en pilares y muros portantes 556
Sobrecargas horizontales de choque en elementos no portantes 556
Sobrecargas horizontales en antepechos y barandillas 556-557
Sobrecargas verticales de uso uniformemente repartidas 557
Sofá-cama 218
Sofás 7
"Softball" 430
Software informático 282
Sol 144-158
Sol, posiciones del 157-158
Sol, trayectoria 157-158
Sol artificial 146, 156
Soldaduras, salas para 332
Solsticio de verano 157-158
Sombra eólica 205
Sombras 146, 152
Sombras, métodos de cálculo 146
Sondeos, resistencia suelos 60
Sonido, reflexión múltiple 123
Sonido, reproducción del 425
Sonido, superficies de reflexión 123-124
Sonoridad 122
Soporte de tacos de billar 464
Soportes para embarcaciones a remo 446
Soportes para plantas trepadoras 204
Soportes para zarzamoras 203
Sótano abovedado 251
Sótanos 61-63
Sótanos, accesos 175
"Squash" 464
"Sterngolf" 440
Suelo, estratificación del 60
Suelo, estudio del 59
Suelo de cimentación 58-60
Suelos, abreviaturas de tipos de 9
Suelos, revestimientos 68
Sumideros 15, 206
Superficies de venta 316-321
Superficies verdes 80
Supermercados 317-319
Supervisión de obras 47-48
Surtidores de combustible 389
Surtidores de combustible, isletas de 389

T

Tabiques 68
Tabiques, pesos propios 554
Tabiques correderos 41
Tabiques desplazables 170
Tabiques ligeros 251, 554
Tabiques plegables 8
Tablas de plancha 210
Tableros transitables en cubiertas 70
Tablón de horarios 372
Taburetes 7
Taiga 411
Talud de rocas 202
Taludes 201-202
Taludes, afianzamiento de 201-202
Taludes, ángulo de los 201-202
Taludes, consolidación 201-202
Taller de decorados teatrales 422
Taller de lacado 338
Taller de radio y televisión 338
Talleres 327-338, 344, 509, 557
Talleres, oficinas en 327
Talleres, pavimento 327
Talleres, salas 328
Talleres, sobrecargas de uso 556-557
Talleres, superficies 333
Talleres de modelismo 330
Talleres de obra 43
Talleres de reparación de vehículos 334-336
Talleres de reparación de camiones 336
Tanques de combustible 96-97
Tapices mecánicos 180
Taquillas 425, 427
Taquillas de vestuarios 348
Taquillas para maletas 372
Tareas, descripción de 45-51
Tarima, zona de la 268
Teatro de tres sectores 415
"Teatro total" 415
Teatros 36, 414-423
Teatros, accesos 423
Teatros, almacenes 419-421
Teatros, dimensiones filas de asientos 416
Teatros, campo perceptivo 417
Teatros, instalaciones 423
Teatros, líneas visuales 417
Teatros, localidades de pie 416
Teatros, panorama histórico 414-415
Teatros, plan de evacuación 423
Teatros, proporciones 416-417
Teatros, sala de ensayos orquesta 423
Teatros, sala de ensayos coro 423
Teatros, sala de espectadores 416-417, 423
Teatros, sala de maquillaje 422
Teatros, talleres 422
Teatros, tendencias actuales 415
Teatros, tipos 416, 418
Teatros, volumen 416
Teatros con variantes espaciales 418
Teatros experimentales 418-423
Técnicas de alimentación de animales 351-360
Técnicas de seguridad 173-174
Tecnígrafo 22
Techos, superficie de 9
Techos practicables para instalaciones 263
Tejados con estructura de madera 76
Tejas, pesos propios 555
Tejas, tipos de 74-75
Tejas de vidrio 74
Tejas especiales 74
Tela metálica 204
Telefonía, técnicas de 19
Teléfonos, símbolos 18
Telegrafía 19
Televisión, recepción de señal 127
Televisor 7, 21
Televisor, símbolo 18
Temperatura 30
Temperatura, diferencia de 106
Temperatura, distribución 110, 112
Temperatura ambiente 29-30, 106
Temperatura ambiente, curvas de 95
Temperatura del aire 106-367
Templos 521-525
Tenis 458
Tenis, cerca de malla metálica 437
Tenis, instalaciones de 437-438
Tenis, muros de entrenamiento 437
Tenis, pista infantil 437
Tenis, pistas de 437-438
Tenis, red 437
Terminales de viajeros en aeropuertos 391-392, 394-395
Terminales en aeropuertos 392, 394
Termoplásticos 143
Terrarios 412
Terrazas 245
Tiempo de extinción de incendios 536
Tiendas 315-320
Tiendas, zona de cajas 320
Tiendas "diskount" 318
Tiendas de autoservicio 315
Tiendas de aves y caza 316
Tiendas de campaña 84, 232
Tiendas de comestibles 315-320
Timbres eléctricos, símbolos 18
Timbres, símbolos 18
Tipología de viviendas 232-247
Tiro 455-456
Tiro, pistas 451
Tiro, puestos de 456
Tiro al plato 455-456
Tiro con arco 455-456
Tiro con ballesta 455
Tiro con carabina 455-456
Tiro con escopeta 455-456

Tiro con escopeta de aire comprimido 455
Tiro con pistola 455-456
Toallero 221
Tobogán 276
Toldos 162
Toma de tierra profunda 126
Tomografía 502
Topografía 235
Tormentas 125
Tornería 330
Toros 360
Toros, establos de engorde de 361
Toros, mantenimiento de 360-361
Torres de rampas helicoidales 385
Trabajos de excavación 49
Trabajos manuales, aulas de 261
Tractores, dimensiones 362
Tráfico, espacios para 186-188, 191, 194-197
Tráfico, prioridades 196
Tráfico, ralentización del 196
Tráfico de aviones 393
Trampolines de piscinas 470
Trampolines de salto con esquís 450-451
Transformadores 19, 21
Transmisión acústica 117-124
Transmisión térmica 110-114
Transpalets 330
Transportadores continuos 342
Transporte de contenedores de alimentos 403
Transporte de féretros 531
Transporte de material, técnicas de 342
Transporte de mercancías por ferrocarril 371
Tranvías 193-195
Trapecio 460
Trasteros 211
Tratamiento médico, salas de 477, 487, 500
Traviesas de madera 368
Traviesas, tipos de 368
Tren de carga 381
Triángulo, altura 35
Triángulo de Pitágoras 34
Triángulos 34-35
Tribunas en hípicas 448
Triglifos 38
Trineos 451
Triturador eléctrico de basuras 213
Tuberías de agua de extinción de incendios, dimensionado 541
Tuberías de desagüe 12-15
Tuberías de limpieza 15
Tubos de drenaje 61-63
Tumbas, disposición 532
Tumbonas 230
Túnel de lavado de automóviles 390
Túneles de ferrocarril, dimensiones 370
Túneles de ferrocarril metropolitano 195
Turbinas 99
Turbinas Francis 99
Turbinas helicoidales 99
Turbinas Kaplan 99
Turbinas Ossberger 99
Turbinas Pelton 99
Turbinas tubulares 99
Turismo estándar 382-383
Turismos 378, 382-384

U

Ultrasonidos, detección mediante 174
Ultrasonidos, exploración por 477
Unidad de guardarropía en piscinas 471
Unidades básicas 2-3
Unidades de capacidad 548-549
Unidades de longitud 548-549
Unidades de medida 1-3, 11, 24, 548-550
Unidades de pesos 548-549
Unidades de Sistema Internacional 1-3
Unidades de superficie 548-549
Unidades de temperatura 548-549
Unidades de volumen 548-549
Unidades del sistema anglosajón 548-549
Unidades del sistema métrico 548-549
Universidades 265-274
"Uplight" 129-134
Urgencias médicas 488, 503
Urinarios 7, 15, 221-222, 224, 345, 347
Urnas funerarias 531-532
Utensilios de cocina 214

V

Vacas 360
Vagón de equipaje, longitud 28
Vagón restaurante 399
Vagones de tren 28
Vagones, espacio necesario 28
Vagones, puente báscula para 369
Vajilla 216, 401
Vajillas, lavado de 401-403, 407-408
Valor de conexión 12-14
Valores numéricos 37
Válvula flotante de desagüe 15
Vallas 21, 198-199
Vallas, separación a los lindes 198
Vallas de alambre espinoso 21
Vallas de costeros 198
Vallas de lamas de madera 198
Vallas de madera 198
Vallas de protección 198
Vallas de ripias de madera 198
Vallas de tela metálica 198
Vallas macizas 21
Vallas ornamentales 198
Vallas para establos 353
Vapor, producción de 98
Vapor de agua 29, 112-116
Vapor de agua, difusión 112
Vapor de agua en el aire, contenido de 112
Vehículos contraincendios 376
Vela, instalaciones 443-445
Vela deportiva 443-445
Velámen 443
Veleros 443-444
Veleros, clases 443-444
Velocidad del aire 106
Ventanas 8, 160-166
Ventanas, anchura e iluminación 151, 160
Ventanas, carpintería de acero 165-166
Ventanas, carpintería de aluminio 165-166
Ventanas, carpintería de madera 165-166
Ventanas, carpintería de plástico 165-166
Ventanas, diseño de 151
Ventanas, formas 165
Ventanas, formas de mocheta 163
Ventanas, hojas abatibles 163
Ventanas, hojas basculantes 163
Ventanas, limpieza 167
Ventanas, medidas, huecos obra 163
Ventanas, medidas interejes 293
Ventanas, tamaños y vistas 151, 160, 164
Ventanas, tipos de abertura 163
Ventanas, vidrios 136-143
Ventanas abatibles 164
Ventanas basculantes 164
Ventanas correderas 8, 163-164, 166
Ventanas de guillotina 163
Ventanas de hojas basculantes y pivotantes 163
Ventanas dobles 8, 165
Ventanas en desvanes habitables 164
Ventanas sencillas 8, 165, 251
Ventanillas de banco 309
Ventilación 106, 161
Ventilación, conductos de 14-17
Ventilación, instalación de 71
Ventilación, necesidades de 71
Ventilación, patinejo de 71
Ventilación, sistemas de 71, 367
Ventilación centralizada de aire 71
Ventilación de cubiertas 76
Ventilación de establos, sistemas 367
Ventilación de instalaciones de gas 17
Ventilación forzada 106
Ventilación mecánica 358, 361, 367
Ventilación natural 106
Ventilación por conducto único 71
Ventilación por depresión 358, 361, 367
Ventilación por equilibrio de presiones 358, 367
Ventilación por sobrepresión 358, 361, 367
Ventiladores 106, 108
Ventiladores, tipos 367
Verdulerías 316
Verduras, cámara refrigerada 401
Verduras, refrigeración 104
Vertederos, cocinas 7
Vestíbulos 207
Vestidores 219
Vestuarios 461
Vestuarios, taquillas 348
Vestuarios en industrias, instalaciones de 348
Vestuarios en piscinas 467-468, 471
Vestuarios en restaurantes 401
Vestuarios para minusválidos 467
Viales 186-198, 231
Viales, bifurcaciones 189, 192
Viales, cruces 189
Viales, dimensiones básicas 186
Vías de ferrocarril, cambios de 369
Vías de ferrocarril, cruces de 369
Vías de ferrocarril, dimensiones 193, 368
Vías de ferrocarril, ejes 193
Vibraciones acústicas 117, 121
Vidrierías 329-330
Vidrio 136-142
Vidrio, espesor 138
Vidrio, grados de reflexión 137-138, 152
Vidrio antirreflectante 140
Vidrio armado 141-142
Vidrio con aislamiento acústico 139
Vidrio con protección de acero 140
Vidrio con protección solar 137-139
Vidrio con protección térmica 140
Vidrio de colada continua 142
Vidrio de seguridad 21, 136, 138-142
Vidrio mate 136
Vidrio moldeado 142
Vidrio ornamental 142
Vidrio para acuarios 140
Vidrio plano 136-137
Vidrio reflectante 137, 139
Vidrio resistente al fuego 140, 542
Vidrios aislantes 137-139
Vidrios coloreados 137-138
Vidrios incoloros transparentes 137
Vidrios laminares de seguridad 138-139
Viento, cargas 138
Viento, fuerza 103
Vientos, distribución de los 391
Viga de cumbrera 73
Vigas de madera laminada 73
Vigas, refuerzo de 250
Viguetas en T invertida 344
Vitrubio 34, 36
Vidrio, propiedades físicas 136
Viviendas, bloques aislados 242
Viviendas, bloques lineales 242
Viviendas, bloques singulares 242
Viviendas, construcción de 235-238
Viviendas, densidad 235
Viviendas, distribución en planta 238
Viviendas, orientación 234
Viviendas, relaciones 235-236

Viviendas, situación 234, 236
Viviendas, tipos 235-238
Viviendas, ventilación de 106
Viviendas adosadas 235, 237-238
Viviendas aterrazadas 245
Viviendas con patio 235, 237-238
Viviendas de fin de semana 233
Viviendas de madera 41
Viviendas de muros de piedra 41
Viviendas de pilares de acero 41
Viviendas de vacaciones 232
Viviendas en hilera 235, 237-238
Viviendas en ladera 236, 245
Viviendas para ancianos 518
Viviendas para minusválidos 481-482
Viviendas para personal sanitario 511
Viviendas pareadas 235, 237-238
Viviendas unifamiliares 235-241
Viviendas unifamiliares, ejemplos 239-241
Viviendas urbanas 237-238
VOB (Condiciones generales en la edificación) 46, 49
Voleibol 429, 458
Volquetes 379
Vuelo sin motor, área de 391

W

Waterpolo 470
"Wigwam" 39
"Wigwam", método de plantación 204

Y

Yates 447

Z

Zancas de escalera, rehabilitación 252
Zanjas 58
Zapatas 59
Zona de seguridad frente a chimeneas 69
Zonas de edificabilidad restringida 192
Zonas de juego 276
Zonas de juego, tamaños 429-430
Zonas de juego infantil, símbolo 10
Zonas de juego privadas 276
Zonas no edificables 192
Zonas peatonales 313
"Zoning laws" 302
Zoos 411-413
Zoos, ejemplos 411-413
Zoos, tipologías paisajísticas 411
Zumbador, símbolo 18